

TUGAS AKHIR - KS 141501

**PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA PENDEK
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR
(STUDI KASUS: JALAN BASUKI RAHMAT SURABAYA)**

**SHORT-TERM TRAFFIC FLOW FORECASTING USING K-
NEAREST NEIGHBOR METHOD (CASE STUDY: BASUKI
RAHMAT SURABAYA STREET)**

ORIEHANNA ESESIAWATI
NRP 5213 100 029

Dosen Pembimbing:
Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

TUGAS AKHIR - KS 141501

**PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA PENDEK
MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR
(STUDI KASUS: JALAN BASUKI RAHMAT SURABAYA)**

**SHORT-TERM TRAFFIC FLOW FORECASTING USING K-
NEAREST NEIGHBOR METHOD (CASE STUDY: BASUKI
RAHMAT SURABAYA STREET)**

**ORIEHANNA ESESIAWATI
NRP 5213 100 029**

**Dosen Pembimbing:
Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D**

**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA PENDEK MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (STUDI KASUS: JALAN BASUKI RAHMAT SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ORIEHANNA ESESIAWATI

NRP 5213 100 029

Surabaya, 2017

**KETUA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI**



Dr. Ir. Aris Tjahyanto / M.Kom.

NIP 19650310 199102 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA PENDEK MENGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (STUDI KASUS: JALAN BASUKI RAHMAT SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ORIEHANNA ESESIAWATI

NRP 5213 100 029

Disetujui Tim Penguji: Tanggal Ujian : 10 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom

(Pembimbing 1)

Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng, Ph.D

(Pembimbing 2)

Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T

(Penguji 1)

Ahmad Mukhlason, S.Kom., M.Sc, Ph.D

(Penguji 2)

**PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA
PENDEK MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST
NEIGHBOR (STUDI KASUS: JALAN BASUKI
RAHMAT SURABAYA)**

Nama Mahasiswa : Oriehanna Esesiawati
NRP : 5213100029
Departemen : Sistem Informasi FTIf – ITS
Dosen Pembimbing 1 : Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
Dosen Pembimbing 2 : Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng,
Ph.D

ABSTRAK

Kepadatan arus lalu lintas sering kali menyebabkan kemacetan pada jalur yang ramai dilalui oleh pengendara. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kemacetan diantaranya adalah volume kendaraan yang meningkat pesat dan tingginya pertumbuhan penduduk pada kota-kota besar seperti Surabaya. Pengambilan data untuk menganalisis data arus lalu lintas masuk dilakukan secara tradisional, yaitu melakukan survey lapangan, sedangkan arus lalu lintas yang terjadi tidak mudah ditebak. Untuk itu, diperlukan sebuah peramalan arus lalu lintas dari data history yang telah ada dengan mempertimbangkan kesamaan atau kemiripan pola arus lalu lintas dari data histori yang ada menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor. K-Nearest Neighbor adalah metode yang sangat mempertimbangkan nilai k yang optimal untuk mendapatkan hasil peramalan yang akurat.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode K-Nearest Neighbor adalah peramalan arus lalu lintas jangka pendek pada jalan Basuki Rahmat Surabaya. Input yang digunakan dalam melakukan peramalan adalah data histori jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya. Adapun beberapa tipe kendaraan yang digunakan dalam peramalan

adalah mobil pribadi, motor, taksi, angkot, bus besar, bus mini, mini truk dan truk 2 sb.

Output yang dihasilkan dari penggunaan metode K-Nearest Neighbor adalah jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya pada tahun 2017. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa model terbaik pada masing-masing data memiliki k optimal adalah k=8 dengan error RMSE 165,888 untuk model terbaik motor, k=6 dengan error 101,897 untuk model mobil, k=10 dengan error 2,536 untuk model angkot, k=2 dengan error 1,142 pada model bus besar, k=1 dengan error 1,626 pada model bus mini, k=3 dengan error 2,150 pada model mini truk, k=2 dengan error 4,490 pada model taksi, dan k=8 dengan error 0,731 untuk model truk 2 SB. Model terbaik pada masing-masing data akan dijadikan acuan untuk peramalan 2017.

Hasil peramalan 2017 menjelaskan bahwa minimal kendaraan yang melintas di jalan Basuki Rahmat adalah 811 dan maksimal kendaraan yang melintas adalah 1377 kendaraan. Dari hasil tersebut dapat diketahui waktu tersenggang dan terpadat pada jalan Basuki Rahmat adalah pukul 05.20-05.30 dan 14.50-15.00. Hasil peramalan yang didapatkan dapat dibuat acuan atau pengambilan solusi untuk penanganan arus lalu lintas yang akan datang pada jalan Basuki Rahmat Surabaya.

Kata Kunci : Peramalan, Arus lalu lintas jangka pendek, K-Nearest Neighbor

**SHORT-TERM TRAFFIC FLOW FORECASTING
USING K-NEAREST NEIGHBOR METHOD (STUDY
CASE: BASUKI RAHMAT SURABAYA STREET)**

Student Name : Oriehanna Esesiawati
NRP : 5213100029
Department : Sistem Informasi FTIf – ITS
Supervisor 1 : Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom
Supervisor 2 : Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng,
Ph.D

ABSTRACT

The density of traffic flows often causes congestion on the busy lane of the rider. There are several factors that cause congestion such as increasing vehicle's volume rapidly and high population growth in big cities such as Surabaya. Data collection to analyze traffic flow is done traditionally, that is conducting field survey, while the flow of traffic that happens is not easy to guess. Therefore, it is necessary to forecast traffic flow from existing historical data by considering similarity or similarity of traffic flow pattern from existing historical data using K-Nearest Neighbor algorithm. K-Nearest Neighbor is a method that greatly considers the optimal k value to get accurate forecasting results.

Research conducted using K-Nearest Neighbor method is short-term traffic flow forecasting on the Basuki Rahmat Surabaya street. The input used in the forecasting is the history of the number of vehicles on the Basuki Rahmat Surabaya street. The several types of vehicles used in forecasting are cars, motorcycles, taxis, public transportation, large buses, mini buses, mini trucks and 2 sb trucks.

Output from using K-Nearest Neighbor method is the number of vehicles that go on the Basuki Rahmat Surabaya street in 2017. From the research result, got the best model on each data having RMSE error equal to 101,897 with $k = 6$ for car best model, $k = 8$ with error 165,888 for motorcycle best model, $k = 10$ with error 2,536 for best model of public transportation, $k = 2$ With an error of 1,142 on the large bus best model, $k = 1$ with error of 1,626 on the mini bus best model, $k = 3$ with error 2,150 on the mini truck best model, $k = 2$ with error 4,490 on taxi best model, and $k = 8$ with error 0,731 for 2 SB truck best model. The best model in each data will be used as a reference for 2017 forecasting.

Result of forecasting in 2017 explained that the minimum vehicle that passes on the Basuki Rahmat street is 811 and the maximum vehicle that passes is 1377 vehicles. So, from the result known that the traffic is light at 05.20-05.30 and the heavy traffic is at 14.50-15.00. Result of forecasting obtained can be made reference or solution for the handling of traffic flow that will come on the Basuki Rahmat Surabaya street.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku Tugas Akhir dengan tepat waktu yang berjudul “PERAMALAN ARUS LALU LINTAS JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (STUDI KASUS: JALAN BASUKI RAHMAT SURABAYA)”.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung, mengarahkan, membimbing, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis, yaitu antara lain kepada:

1. Allah SWT, atas ridho dan segala kemudahan yang diberikan untuk penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Sih Cahyo Wardayanto dan Ibu Sri Purwaningsih atas segala dukungan, bimbingan, tempat mencurahkan keluh kesah dan doa yang diberikan untuk penulis.
3. Kedua adik kandung penulis, Ozora dan Gilang, yang senantiasa selalu memberikan semangat dan dukungan.
4. Kedua dosen pembimbing, Pak Faizal dan Bu Wiwik, yang selalu membimbing, mengarahkan dan membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Dosen wali, Pak Arif Djunaedy, yang selalu mendukung penulis selama kuliah.
6. Teman-teman MAFIA (kikin, friska, pitong, aput, jember, ucan, adit, lugas, nanda, rica, deri, edo, jisung, rukmo, bli, yere) teman-teman pertama penulis saat masuk kuliah dan selalu menjadi yang terbaik sampai akhir perkuliahan dan sampai nanti. Yang selalu memberikan penulis saran, mendukung dan membuat

hari-hari dunia perkuliahan tidak membosankan dan menjenuhkan.

7. Teman-teman AWCE (garin, chitra, cesar, kitty, juki, pakuy, pandu, icam) yang selalu yes ketika berurusan dengan makanan dan kuliner.
8. Teman-teman KEONG CLUB (sherly, niswa, yurah, sarah, fian, itak, firzu, mahes, rr, selina, visha) yang selalu ada dalam suka dan duka dari jaman maba.
9. Teman-teman Lab RDIB yang selalu memberikan semangat, motivasi dan kenangan selama satu tahun terakhir di kampus.
10. Teman-teman yang turut membantu dan tidak kenal lelah direpoti untuk ditanya-tanya mengenai tugas akhir penulis (Maul, Ofi, Lily, Ervi).
11. Teman-teman BELTRANIS yang menjadi keluarga selama 4 tahun penulis kuliah di ITS.

Tidak ada sesuatu hal yang sempurna kecuali Allah SWT, tidak terkecuali juga untuk penyusunan buku Tugas Akhir ini. Penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran demi kesempurnaan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sebuah kontribusi bagi ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian Tugas Akhir	5
1.5 Manfaat Penelitian Tugas Akhir	6
1.6 Relevansi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Profil Daerah Studi Kasus	11
2.3 Arus Lalu Lintas	11
2.4 Kemiripan Pola Arus Lalu Lintas	11
2.5 Peramalan	11
2.6 Pola Data dalam Peramalan	12
2.7 Jangka Waktu Peramalan	13
2.8 Error Peramalan	13
2.9 Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)	15
2.10 Euclidean Distance	15

2.11	Tahapan Analisa Algoritma K-Nearest Neighbor ..	16
2.12.1	Pemilihan Data	16
2.12.2	Analisis Data.....	16
2.12.3	Estimasi Parameter untuk K-NN dalam Peramalan Arus Lalu Lintas	17
2.12.4	Identifikasi nilai K yang optimal	17
2.12.5	Identifikasi Pengukuran Jarak Optimum	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		18
3.1	Diagram Metodologi.....	19
3.2	Uraian Metodologi.....	19
3.2.1	Identifikasi Masalah	20
3.2.2	Studi Literatur.....	20
3.2.3	Menentukan Metode Penelitian	20
3.2.4	Pengumpulan Data.....	20
3.2.5	Analisa Algoritma K-Nearest Neighbor	21
3.2.5.1	Pemilihan Data	21
3.2.5.2	Normalisasi data	22
3.2.5.3	Menentukan Parameter	22
3.2.5.4	Proses Training dan Testing	22
3.2.5.5	Menentukan Model Terbaik	23
3.2.5.6	Melakukan Peramalan	24
3.2.5.7	Analisa Hasil Peramalan.....	24
3.2.6	Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	24
BAB IV PERANCANGAN		27
4.1	Pengumpulan dan Pra-Proses data.....	27

4.1.1	Pengumpulan data	27
4.1.1.1	Gambaran data.....	27
4.1.2	Pra-Proses data	33
4.2	Pemilihan data.....	34
4.3	Proses Training dan Testing	34
4.4.1	Menentukan Jarak Optimal	35
4.4.2	Menentukan nilai K.....	35
4.4.3	Output Training dan Testing	35
4.4.4	Perhitungan Error Model Training dan Testing	36
4.4	Peramalan.....	36
4.4.1	Penggunaan data.....	36
4.4.2	Menentukan tujuan.....	37
4.4.3	Melakukan peramalan dengan Model Terbaik	37
4.4.4	Hasil peramalan.....	37
4.5	Analisa hasil peramalan	37
BAB V IMPLEMENTASI.....		39
5.1	Normalisasi data.....	39
5.2	Pemisahan Data untuk Training dan Testing	41
5.3	Proses Training dan Testing.....	41
5.3.1	Menentukan Input pada Proses Training dan Testing	42
5.3.3	Menjalankan Proses Training dan Testing	43
5.3.3	Denormalisasi Hasil Training dan Testing	44
5.3.3	Error Model Training dan Testing.....	44
5.3.4	Menentukan Model Terbaik	45

5.5 Peramalan	50
BAB VI HASIL DAN ANALISA.....	53
6.1 Hasil dan Analisa Proses Training dan Testing	53
6.1.1. Training dan Testing pada Data Motor.....	53
6.1.2. Training dan Testing pada Data Mobil.....	59
6.1.3. Training dan Testing pada Data Angkot.....	60
6.1.4. Training dan Testing pada Data Bus Besar	60
6.1.5. Training dan Testing pada Data Bus Mini.....	61
6.1.6. Training dan Testing pada Data Mini Truk	62
6.1.7. Training dan Testing pada Data Taksi.....	63
6.1.8. Training dan Testing pada Data Truk 2 SB	63
6.2 Hasil dan Analisa Model Terbaik	64
6.3 Hasil dan Analisa Peramalan.....	65
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	71
7.1 Kesimpulan.....	71
7.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
BIODATA PENULIS.....	77
LAMPIRAN A DATA MENTAH	A-1
LAMPIRAN B DATA NORMALISASI	B-1
LAMPIRAN C SCRIPT R	C-1
LAMPIRAN D ERROR MODEL TRAINING DAN TESTING	D-1
LAMPIRAN E HASIL PERAMALAN	E-1
LAMPIRAN F DATA PERAMALAN	F-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Metodologi penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Alur pengerjaan K-NN	21
 Gambar 4. 1 Grafik jumlah motor tahun 2011 - 2016.....	28
Gambar 4. 2 Grafik jumlah motor tahun 2011 periode 1	29
Gambar 4. 3 Grafik jumlah motor tahun 2011 periode 2	29
Gambar 4. 4 Grafik jumlah motor tahun 2012 periode 1	30
Gambar 4. 5 Grafik jumlah motor tahun 2013 periode 1	30
Gambar 4. 6 Grafik jumlah motor tahun 2013 periode 2	31
Gambar 4. 7 Grafik jumlah motor tahun 2014 periode 1	31
Gambar 4. 8 Grafik jumlah motor tahun 2014 periode 2	32
Gambar 4. 9 Grafik jumlah motor tahun 2015 periode 2	32
Gambar 4. 10 Grafik jumlah motor tahun 2016 periode 1	33
Gambar 4. 11 Grafik jumlah motor tahun 2016 periode 2	33
 Gambar 5. 1 Grafik normalisasi data motor	40
 Gambar 6. 9 Hasil peramalan motor tahun 2017 periode 1....	66
Gambar 6. 10 Grafik persentase jumlah kendaraan tahun 2017 periode 1.....	67
Gambar 6. 11 Grafik total kendaraan pada jalan Basuki Rahmat tahun 2017 periode 1	68

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya.....	7
Tabel 2. 2 Penelitian sebelumnya.....	8
Tabel 2. 3 Penelitian sebelumnya.....	10
Tabel 2. 4 Signifikansi nilai MAPE	14
Tabel 5. 1 Hasil Normalisasi	39
Tabel 5. 2 Error model untuk data observasi 2011 periode 1 dan 2011 periode 2.....	45
Tabel 5. 3 Error model untuk data observasi 2012 periode 1 dan 2013 periode 1.....	46
Tabel 5. 4 Error model untuk data observasi 2013 periode 2 dan 2014 periode 1	47
Tabel 5. 5 Error model untuk data observasi 2014 periode 2 dan 2015 periode 2.....	48
Tabel 5. 6 Error model untuk data observasi 2016 periode 1.....	50
Tabel 6. 1 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2011 periode 1	53
Tabel 6. 2 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2011 periode 2.....	54
Tabel 6. 3 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2012 periode 1	54
Tabel 6. 4 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2013 periode 1	55
Tabel 6. 5 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2013 periode 2.....	55
Tabel 6. 6 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2014 periode 1	56
Tabel 6. 7 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2014 periode 2.....	57
Tabel 6. 8 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2015 periode 2.....	57

Tabel 6. 9 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2016 periode 1	58
Tabel 6. 10 Error model testing pada data motor	58
Tabel 6. 11 Error model testing pada data mobil.....	59
Tabel 6. 12 Error model testing pada data angkot	60
Tabel 6. 13 Error model testing pada data bus besar	61
Tabel 6. 14 Error model testing pada data bus mini	61
Tabel 6. 15 error model testing pada data mini truk.....	62
Tabel 6. 16 Error model testing pada data taksi	63
Tabel 6. 17 Error model testing pada data truk 2 SB.....	63
Tabel 6. 18 Hasil error model terbaik.....	64
Tabel 6. 19 MAPE model terbaik.....	65
Tabel 6. 20 Peningkatan atau penurunan jumlah kendaraan tahun 2017 periode 1	67
Tabel 6. 21 Analisa waktu terpadat dan tersenggang	69

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan dibahas mengenai permasalahan yang di selesaikan pada tugas akhir ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, dan manfaat kegiatan tugas akhir. Dengan adanya bab ini, diharapkan dapat mempermudah pembaca dalam memahami masalah yang ada dalam tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang Masalah

Masyarakat selalu ingin melakukan Urbanisasi, dimana masyarakat yang tinggal di daerah-daerah kecil akan berpindah ke kota-kota besar dengan harapan dapat meningkatkan pendapatan finansial. Banyaknya masyarakat yang berpindah ke kota-kota besar membuat pertumbuhan masyarakat meningkat. Kepadatan penduduk yang menetap di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung dan Surabaya sangat berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas perkotaan. Semakin banyak kendaraan yang melewati jalan, semakin padat arus lalu lintas pada jalan tersebut.

Sama seperti kota-kota besar lainnya, Kota Surabaya merupakan kota besar kedua setelah Jakarta di Indonesia dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi. Hal tersebut sangat berpengaruh kepada kondisi arus lalu lintas Kota Surabaya, khususnya pada jalan raya besar yang sering dilalui oleh ribuan kendaraan dalam sehari. Dengan tingkat penduduk yang tinggi membuat pertambahan jumlah kendaraan pada masyarakat berkembang pesat. Karena hal tersebut, jalan yang seharusnya dapat dengan mudah dilalui pengendara, sering terjadi kendala karena kemacetan.

Menurut Menteri Perhubungan pada tahun 2014, Kota Surabaya menempati urutan ke-4 dari 10 kota dengan kemacetan paling parah di Indonesia [1] dan Surabaya menempati urutan ke-7

kota dengan kemacetan paling parah di dunia pada tahun 2016 [2].

Menurut Kasatlantas Polrestabes Surabaya AKBP Raydian Kokroso pada artikel yang di posting Jawa Pos 1 Desember 2014 lalu [3], penambahan kendaraan pada Kota Surabaya setiap bulannya lebih dari 17.000 kendaraan dimana rata-rata sepeda motor setiap bulannya adalah 13.441 dan kendaraan roda empat atau lebih rata-rata bertambah 4.042 sehingga total rata-rata setiap bulannya, kendaraan di Surabaya bertambah 17.483. Jumlah kendaraan di Surabaya pada tahun 2014 itu mencapai 4.521.629 kendaraan. Pesatnya peningkatan jumlah kendaraan tidak selalu sebanding dengan pelebaran jalan pada jalan-jalan yang ramai dilalui seperti Jalan Ahmad Yani dan Jalan Basuki Rahmat Surabaya, sehingga sering kali menimbulkan kemacetan dan membutuhkan manajemen kontrol lalu lintas yang baik.

Dalam mengontrol lalu lintas, beberapa orang yang bertugas melakukan survey di jalanan pada waktu-waktu tertentu untuk mendapatkan data arus lalu lintas pada jalan-jalan utama Surabaya. Cara konvensional yang masih dilakukan oleh Dinas Perhubungan dan Lalu Lintas Angkutan Jalan daerah Surabaya ini tentunya membutuhkan waktu yang cukup lama dan keakuratan yang dapat dipercaya. Kegiatan yang dilakukan berulang-ulang tersebut tidak dapat memprediksikan kondisi di masa mendatang tentang kondisi arus lalu lintas tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan sistematika perhitungan yang dapat meramalkan arus lalu lintas jangka pendek pada jalan utama Surabaya khususnya adalah Jalan Basuki Rahmat Surabaya dengan keakuratan tinggi, sehingga dapat diketahui perkembangan situasi arus lalu lintas jangka pendek dalam periode waktu tertentu. Peramalan jangka pendek yang dilakukan adalah peramalan dengan kurun waktu tidak lebih dari tiga bulan waktu peramalan [4]. Hal itu dilakukan untuk mendapatkan hasil peramalan yang akurat dan hasil peramalan

dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan atau solusi yang lebih tepat dan efisien digunakan agar arus lalu lintas Jalan Basuki Rahmat Surabaya tetap stabil dan terkendali.

Peramalan arus lalu lintas dapat dilakukan dengan berbagai teknik statistika standard seperti simple smoothing (kernel smoothing, simple exponential smoothing dan hybrid exponential smoothing serta neural network), complex time series analysis (ARIMA, SARIMA) dan filtering method (Kalman filter). K-NN mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah K-NN cocok digunakan untuk mengolah data besar, metode yang efektif pada data training yang besar dan untuk menghadapi noisy pada data training, selain itu metode K-NN dapat menghasilkan data yang akurat. K-NN dapat mempertimbangkan kemiripan atau kesamaan dari pola arus lalu lintas pada data history yang didapatkan, selain itu K-NN mampu memberikan peramalan selama beberapa langkah waktu atau perkiraan jejak atas horizon peramalan yang ditentukan.

Dalam tugas akhir ini, peneliti akan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor dalam meramalkan arus lalu lintas jangka pendek pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya dengan mempertimbangkan kemiripan pola data lalu lintas dalam data *history*. Untuk mengidentifikasi kemiripan pola tersebut, digunakan algoritma K-Nearest Neighbor. Algoritma ini mengidentifikasi urutan K paling mirip dengan pola yang sama dengan yang sedang diperiksa. Kombinasi dari nilai-nilai terdekat sesuai dengan langkah waktu di mana perkiraan diinginkan yang akan dibuat akan nilai masa depan yang diharapkan dari urutan yang diperiksa. Gagasan peramalan berbasis K-Nearest Neighbor adalah bahwa pola urutan pengamatan diulang dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, jika

pola sebelumnya dapat diidentifikasi menjadi mirip dengan pola saat ini, maka nilai-nilai berikutnya dari urutan sebelumnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai dari target di masa depan. [5]

Variabel yang dibutuhkan untuk untuk menguji algoritma K-Nearest Neighbor adalah pemilihan pengukuran jarak yang tepat, durasi lag dan nilai K yang optimum. Variabel yang telah ditentukan berpengaruh pada hasil peramalan, sehingga kesalahan peramalan dapat minimum atau sekecil mungkin. Oleh karena itu, menentukan hasil dari ketiga variabel yang ditetapkan sangat menentukan hasil dari peramalan dan akurasi peramalan yang akan dilakukan.

Pemilihan algoritma K-Nearest Neighbor sebagai metode peramalan arus lalu lintas jangka pendek merupakan pilihan yang efektif, sehingga algoritma ini dapat membantu untuk menemukan solusi atas kondisi arus lalu lintas di masa datang.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, rumusan Masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana memodelkan proses ekstraksi informasi sebagai input dari K-Nearest Neighbor?
2. Bagaimana algoritma K-Nearest Neighbor dapat menyelesaikan peramalan arus lalu lintas jangka pendek pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya?
3. Bagaimana performa yang dihasilkan dari penerapan algoritma K-Nearest Neighbor dalam menyelesaikan peramalan arus lalu lintas jangka pendek pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Studi kasus yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Jalan Basuki Rahmat Surabaya
2. Data history yang digunakan adalah data arus lalu lintas pada Jalan Basuki Rahmat pada tahun 2011 sampai tahun 2016
3. Tahun 2012 dan tahun 2015, data arus lalu lintas dicatat 1 kali dalam setahun. Pada tahun 2011, 2013, 2014 dan 2016 dicatat 2 kali dalam setahun.
4. Durasi waktu arus lalu lintas yang dicatat pada data histori dari pukul 05.00 sampai pukul 21.00 WIB
5. Interval waktu perhitungan kendaraan yang melalui Jalan Basuki Rahmat adalah setiap 10 menit.
6. Data yang digunakan adalah jumlah motor, mobil pribadi, angkot, taksi, bus mini, bus besar, truk mini dan truk 2 sb yang melaju pada Jalan Basuki Rahmat.

1.4 Tujuan Penelitian Tugas Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, diantaranya adalah:

1. Menerapkan algoritma K-Nearest Neighbor untuk mendapatkan hasil peramalan arus lalu lintas jangka pendek dari Jalan Basuki Rahmat Surabaya.
2. Memodelkan proses ekstraksi informasi sebagai input dari K-Nearest Neighbor
3. Mengetahui performa yang dihasilkan dari penerapan algoritma K-Nearest Neighbor dalam menyelesaikan peramalan arus lalu lintas jangka pendek pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya

1.5 Manfaat Penelitian Tugas Akhir

Manfaat yang diberikan dengan adanya tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan gambaran kepada Dinas Perhubungan dan Lalu lintas Angkutan Jalan daerah Surabaya tentang prediksi arus lalu lintas jangka pendek yang akan terjadi pada Jalan Basuki Rahmat yang akan datang.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan berupa penanganan yang tepat untuk menghadapi kepadatan arus lalu lintas pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya.

1.6 Relevansi

Kemacetan yang terjadi di dalam kota-kota besar tidak dapat dihindari lagi, terutama pada jalan-jalan tertentu yang sering dilalui kendaraan. Tidak sedikit usaha dari Pemerintah untuk meminimalkan terjadinya kemacetan, namun belum menemukan cara optimal untuk menghilangkan kemacetan tersebut. Untuk mempermudah pengambilan keputusan pada kepadatan arus lalu lintas, diperlukan prediksi arus lalu lintas jangka pendek. Algoritma K-Nearest Neighbor dapat digunakan untuk mendapatkan nilai dari arus lalu lintas jangka pendek kedepannya yang mendekati dengan nilai aktual. Dengan itu, hasil dari penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan salah satu acuan dalam pengambilan keputusan berupa penanganan yang tepat dalam menghadapi padatnya arus lalu lintas kedepannya dan meminimalkan kemacetan pada jalan-jalan yang ramai dilalui.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya, profil daerah yang digunakan dalam studi kasus penelitian dan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai dasar acuan dalam menyelesaikan tugas akhir.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan acuan dan referensi dalam pengerjaan tugas akhir, diantaranya adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya

Judul Paper	An Improved K-Nearest Neighbor Model for Short-term Traffic Flow Prediction [6]
Penulis; Tahun	Lun Zhang, Qiuchen Liu, Wenchen Yang, Nai Wei, Decun Dong; 2013
Deskripsi Umum Penelitian	Prediksi arus lalu lintas jangka pendek menggunakan metode K- Nearest Neighbor. Arus lalu lintas yang didemokan tidak menentu, non linear dan mempunyai karakteristik yang kompleks. Terdapat tiga aspek dalam memprediksi arus lalu lintas jangka pendek ini, yaitu data histori, search mechanisms dan paramater algoritma, dan perencanaan prediksi. Yang dilakukan pertama kali adalah preprosesing data asli kemudian distandarisasi keefektifan data untuk menghindari perbedaan dari sampel data dan peningkatan akurasi prediksi. Prediksi arus lalu lintas jangka pendek ini menggunakan bantuan Matlab. Hasil dari penelitian, akurasi prediksi arus lalu lintas berdasarkan K-NN non parametrik regresi diatas 90%.

Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini akan menjadi salah satu acuan dalam pengerjaan tugas akhir.
-------------------------------	--

Tabel 2. 2 Penelitian sebelumnya

Judul Paper	Short-term Traffic Flow Forecasting bases on Two-tier K-Nearest Neighbor Algorithm [7]
Penulis; Tahun	Hou Xiaoyu, Wang Yisheng, Hu Siyu; 2013
Deskripsi Umum Penelitian	Penelitian ini berdasarkan K-Nearest Neighbor menggunakan algoritma Two-tier K-Nearest Neighbor. Penelitian ini mengkombinasikan aktual arus lalu lintas, dikalibrasi parameter algoritma untuk meningkatkan kalkulasi kecepatan dan akurasi algoritma. Efisiensi dari algoritma two-tier k-nearest neighbor bergantung pada ukuran database dan struktur penyimpanan dari sampel data histori lalu lintas. Hasil dari penelitian dilihat bahwa algoritma dapat menemukan real-time, akurasi dan keunggulan dari peramalan arus lalu lintas jangka pendek.
Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini akan menjadi salah satu acuan dalam pengerjaan tugas akhir.

Judul Paper	Short-term Traffic Flow Rate Forecasting based on Identifying Similar Traffic Patterns [5]
Penulis; Tahun	Filmon G. Habtemichael, Mecit Cetin; 2016

Deskripsi Umum Penelitian	<p>Penelitian tentang peramalan arus lalu lintas menggunakan K-Nearest Neighbor, dimana mempertimbangkan kesamaan dari pola arus lalu lintas dalam data history yang dimiliki. Kemiripan atau kesamaan pola arus lalu lintas tersebut akan digunakan dalam pengukuran jarak. Selain itu, terdapat variabel lag durasi dan nilai K yang menjadi acuan penelitian ini. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah pola lalu lintas yang ada dalam dataset histori dapat digunakan untuk memberikan peramalan tingkat arus lalu lintas jangka pendek dengan handal dan akurat. Algoritma K-NN berdasarkan jarak Weight Euclidean sangat efektif dalam mengidentifikasi pola lalu lintas yang sama dari set besar data histori. pendekatan non-parametrik dan data-driven untuk peramalan lalu lintas jangka pendek memberikan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan model yang menggunakan persamaan yang ditetapkan, asalkan cukup data yang tersedia untuk memilih pola yang sama. Mengingat kesederhanaan, akurasi yang lebih baik, dan ketahanan dari pendekatan yang diusulkan, dapat dengan mudah digabungkan dengan aplikasi lalu lintas lainnya dan real-time kontrol lalu lintas untuk manajemen proaktif lalu lintas jalan bebas hambatan. Mengingat akurasi pendekatan berbasis K-NN tergantung pada ukuran ruang pencarian, model berdasarkan analisis time series harus digunakan jika ukuran dataset yang tersedia kecil.</p>
----------------------------------	--

Keterkaitan Penelitian	Algoritma peramalan yang digunakan pada penelitian ini akan menjadi acuan pengerjaan tugas akhir.
-------------------------------	---

Tabel 2. 3 Penelitian sebelumnya

Judul Paper	A spatiotemporal correlative k-nearest neighbor model for short-term traffic multistep forecasting [8]
Penulis; Tahun	Pinlong Cai, Yunpeng Wang, Guangquan Lu, Peng Chen, Chuan Ding, Jianping Sun; 2016
Deskripsi Umum Penelitian	<p>Penelitian ini mengusulkan peningkatan model K-NN untuk meningkatkan akurasi peramalan berdasarkan korelasi spatiotemporal dan untuk mencapai peramalan multi tahapan. Jarak fisik antara ruas jalan diganti dengan jarak yang setara, yang didefinisikan oleh data statis dan dinamis yang dikumpulkan dari jaringan jalan yang nyata. Keadaan lalu lintas dari ruas jalan digambarkan oleh matriks negara spatiotemporal bukan hanya serangkaian waktu seperti pada model K-NN asli. Para tetangga terdekat dipilih sesuai dengan jarak Gaussian Weighted Euclidean, yang menyesuaikan pengaruh waktu dan ruang faktor di matriks negara spatiotemporal. Akurasi peramalan peningkatan K-NN dan empat model lainnya akan dibandingkan, dan hasil eksperimen menunjukkan bahwa model peningkatan K-NN yang lebih tepat untuk jangka pendek peramalan lalu lintas multi tahapan dari model-model lain. Penelitian ini juga membahas penerapan model K-NN dalam keadaan lalu lintas waktu yang bervariasi.</p>

Keterkaitan Penelitian	Penelitian ini menjadi salah satu acuan dalam pengerjaan tugas akhir.
-------------------------------	---

2.2 Profil Daerah Studi Kasus

Jalan Basuki Rahmat Surabaya adalah jalan yang berada pada pusat Surabaya dimana jalan ini merupakan jalan satu arah. Jalan basuki rahmat merupakan salah satu jalanan tersibuk pada Kota Surabaya yang ramai dilalui kendaraan karena sekitar jalan ini terdapat hotel, tempat berbelanja dan perkantoran.

2.3 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah keadaan dimana sebuah jalan yang sedang dilalui pengendara dengan mempertimbangkan lebar jalan dan volume kendaraan yang melalui suatu jalan tersebut. Arus lalu lintas terpantau ramai atau padat ketika volume kendaraan yang melalui jalan tersebut besar sehingga menimbulkan kemacetan.

2.4 Kemiripan Pola Arus Lalu Lintas

Kemiripan atau kesamaan pola arus lalu lintas didapatkan dari data histori. Pola yang dianggap mirip atau sama ketika pada waktu tertentu atau tanggal tertentu mengalami arus lalu lintas yang sama [5].

2.5 Peramalan

Peramalan adalah ilmu pengetahuan untuk memprediksikan sesuatu yang akan terjadi di masa depan. Peramalan dapat dilakukan menggunakan data-data masa lalu yang diolah menggunakan metode peramalan [4]. Tujuan dari peramalan adalah menjadi acuan pengambilan keputusan tentang sesuatu yang terjadi di masa depan yang telah diperkirakan di masa saat

ini. Teknik peramalan terbagi menjadi dua, diantaranya adalah [9]:

1. Peramalan kualitatif

Peramalan yang menggunakan intuisi, pengalaman pribadi dan berdasarkan pendapat (judgement) dari yang melakukan peramalan.

2. Peramalan kuantitatif

Peramalan menggunakan berbagai model matematis atau metode statistik dan data historis atau variabel-variabel kausal untuk meramalkan permintaan. Peramalan kuantitatif dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan metode peramalan, yaitu:

- a. Time series

Metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu.

- b. Causal atau Explanatory

Mengasumsikan variabel yang diramalkan menunjukkan adanya hubungan sebab akibat dengan satu atau beberapa variabel bebas (independent variable).

2.6 Pola Data dalam Peramalan

Pola data menjadi hal yang sangat diperhatikan dalam peramalan karena metode yang akan digunakan dalam peramalan berdasarkan pola data yang didapatkan. Pola data dalam peramalan dibagi menjadi empat, diantaranya adalah [4]:

1. Trend

Pola Trend adalah pola data dimana adanya kenaikan atau penurunan secara terus-menerus dalam jangka waktu panjang

2. Seasonal

Pergerakan berosilasi dalam data yang terjadi secara berkala (dalam jangka pendek) dan berulang-ulang.

3. Stasioner

Pergerakan data hanya berada di sekitar rata-rata dan perubahan tidak begitu terlihat atau konstan pada rentang waktu yang panjang.

4. Cycle

Gerakan bergelombang dalam data, atas dan bawah, yang berulang selama rentang waktu yang panjang (lebih dari 1 tahun).

2.7 Jangka Waktu Peramalan

Secara umum, peramalan dapat diklasifikasikan menurut jangka waktunya, diantaranya adalah [4] :

1. Peramalan jangka pendek

Peramalan jangka pendek biasanya mencakup waktu dekat dan lebih memperhatikan operasi-operasi sehari-hari dari perusahaan bisnis, seperti permintaan atau sumber daya kebutuhan sehari-hari. Ramalan jangka pendek jarang melampaui beberapa bulan ke depan.

2. Jangka menengah

Peramalan jangka menengah biasanya meliputi 1 atau 2 bulan sampai 1 tahun.

3. Jangka panjang

Peramalan jangka panjang umumnya lebih terkait dengan rencana tahunan perusahaan atau instansi, jangka waktunya lebih dari 1 atau 2 tahun.

2.8 Error Peramalan

Error peramalan yang digunakan sebagai indikator kinerja dalam akurasi metode peramalan yang diusulkan, yaitu Root Mean Square Error (RMSE) [5] dan MAPE. Root Mean Square

Error (RMSE) memberikan kesalahan yang terjadi dari perbedaan perhitungan. Nilai RMSE menunjukkan ada beberapa variasi dalam besarnya kesalahan peramalan yang dibuat.

$$RMSE = \frac{1}{n} \sqrt{n \sum_{i=0}^n (O_i - F_i)^2}$$

Dimana

F_i adalah nilai peramalan ke- i

O_i adalah nilai aktual ke- i

n adalah jumlah sampel yang digunakan

Mean Absoulute Percentage Error merupakan faktor yang penting dalam mengevaluasi akurasi peramalan. MAPE akan menunjukan seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai aktual dari series.

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|e_t|}{X_t}$$

Dimana

e_t adalah kesalahan pada waktu ke- t

N adalah jumlah data

X_t adalah nilai aktual.

Semakin rendah nilai MAPE, maka model peramalan dapat dikatakan memiliki kemampuan yang baik. Signifikansi nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 2. 4 [10]

Tabel 2. 4 Signifikansi nilai MAPE

MAPE	Signifikansi
<10%	Kemampuan peramalan sangat baik

MAPE	Signifikansi
10-20%	Kemampuan peramalan baik
20-50%	Kemampuan peramalan layak
>50%	Kemampuan peramalan buruk

2.9 Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) digunakan sebagai algoritma dasar untuk mengidentifikasi profil lalu lintas. K-NN adalah teknik non-parametrik pengenalan pola yang umum digunakan untuk tujuan klasifikasi dan regresi [5]. Jika diberikan objek tidak berlabel, pencarian algoritma untuk objek yang sama atau tetangga dari ruang pencarian dan memberikan label untuk objek tidak berlabel berdasarkan sifat dari tetangga terdekat. Konsep yang sama juga dapat diterapkan untuk urutan pengamatan, misalnya, pengukuran tingkat arus. Algoritma mengidentifikasi urutan K dari data masa lalu yang paling mirip dengan pola yang sama dengan yang sedang diperiksa. Kombinasi dari nilai-nilai terdekat sesuai dengan langkah waktu di mana perkiraan diinginkan yang akan dibuatkan nilai masa depan yang diharapkan. Peramalan berbasis K-NN mengacu bahwa pola urutan pengamatan diulang dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, jika pola sebelumnya dapat diidentifikasi menjadi mirip dengan pola saat ini, maka nilai-nilai berikutnya dari urutan sebelumnya dapat digunakan untuk memprediksi nilai masa depan [11] [12].

2.10 Euclidean Distance

Jarak Euclidean adalah jarak dari garis lurus yang menghubungkan dua titik dan ukuran jarak yang paling umum [13]. Untuk urutan poin, x_T^m dan y_T^m , diperoleh dengan menggabungkan jarak antara titik-titik data yang sesuai dalam urutan seperti yang ditunjukkan pada persamaan:

$$D_{(x_T^m, y_T^m)} = \sqrt{\sum_{i=0}^{m-1} (x_{T-i} - y_{T-i})^2}$$

2.11 Tahapan Analisa Algoritma K-Nearest Neighbor

Setelah menganalisis efektivitas setiap ukuran kesamaan untuk data lalu lintas, terdapat pengukuran jarak yang dapat dipertimbangkan, yaitu *euclidean distance* [5].

Variabel nilai K yang digunakan sangat penting untuk meminimalkan kesalahan prediksi. Nilai K yang dipilih dapat mempengaruhi akurasi peramalan. Dengan dipertimbangkannya peningkatan nilai K, kesalahan peramalan menurun dan kemudian mulai meningkat sedikit demi sedikit [14] [15].

2.12.1 Pemilihan Data

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah memilih data. Data histori yang didapatkan akan menjadi dataset penelitian. Dari dataset tersebut, 70% dari dataset akan digunakan sebagai traning data untuk estimasi variabel model. 30% dari dataset digunakan untuk testing data [16].

2.12.2 Analisis Data

Analisis data menurut para ahli [17] merupakan sebuah proses pencarian dan penyusunan data sistematis untuk menemukan hubungan, pola dan makna terhadap data. Pada penelitian ini, dilakukannya analisis data untuk menghindari terjadinya *overfitting*. Digunakan teknik validasi *cross validation* dari model pelatihan yang digunakan pada dataset yang digunakan sebagai dataset training untuk estimasi variabel model peramalan arus lalu lintas jangka pendek berdasarkan K-NN, yaitu, ukuran jarak optimal untuk digunakan, dan nilai K. Setelah

parameter optimum diidentifikasi menggunakan sepertiga dari dataset, Model K-NN diterapkan untuk semua dataset dan akurasi peramalan keseluruhan diperiksa.

2.12.3 Estimasi Parameter untuk K-NN dalam Peramalan Arus Lalu Lintas

Beberapa parameter harus ditentukan terlebih dahulu sehingga kesalahan peramalan dapat sekecil mungkin. Parameter ini meliputi:

1. Pemilihan ukuran jarak yang cocok
 Pemilihan jarak yang digunakan untuk mempertimbangkan kemiripan pola arus lalu lintas pada data histori.
2. Nilai k.
 Nilai K ditentukan berdasarkan jarak yang telah diketahui. Semakin besar nilai K yang ditentukan, maka kesalahan peramalan akan meningkat berangsur-angsur sehingga dibutuhkan analisa nilai K yang sesuai.

2.12.4 Identifikasi nilai K yang optimal

Nilai K yang optimal digunakan untuk meminimalkan kesalahan peramalan. Penetapan nilai K akan disesuaikan dengan mempertimbangkan akurasi menggunakan RMSE.

2.12.5 Identifikasi Pengukuran Jarak Optimum

Untuk mengidentifikasi jarak optimum, sebelumnya dilakukannya pengukuran jarak menggunakan Euclidean Distance.

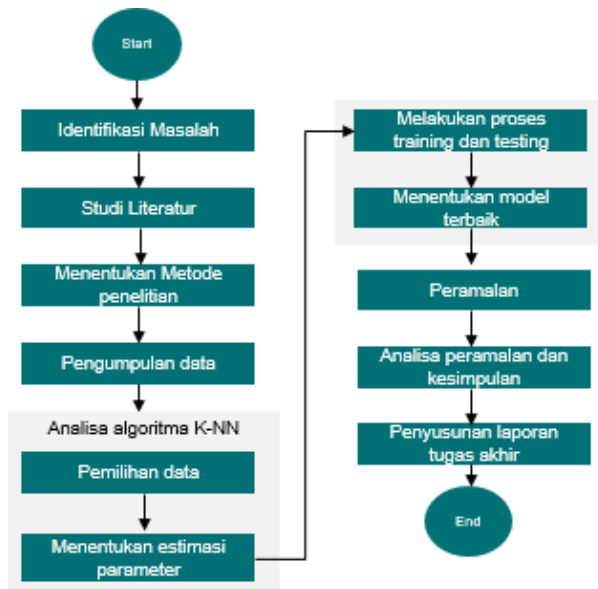
(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi membahas mengenai alur penyelesaian penelitian. Tujuan dari bab ini adalah agar penyusunan dan penyelesaian penelitian dapat terstruktur dan selesai tepat pada waktu yang telah direncanakan.

3.1 Diagram Metodologi

Berikut ini disajikan metodologi pengerjaan tugas akhir Peramalan Arus Lalu Lintas Jangka Pendek menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor:



Gambar 3. 1 Metodologi penelitian

3.2 Uraian Metodologi

Berdasarkan pada diagram alur metodologi yang telah dikemukakan pada sub bab sebelumnya, di bawah ini adalah

penjelasan pada setiap proses pengerjaan tugas akhir sesuai dengan metodologi yang telah dibuat:

3.2.1 Identifikasi Masalah

Masalah didapatkan dari pengamatan peneliti pada jalan-jalan yang sering dilalui oleh pengendara hingga sering menimbulkan kemacetan pada Kota Surabaya. Masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah kemacetan yang sering terjadi pada Jalan Basuki Rahmat.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan pada buku pustaka, penelitian-penelitian sebelumnya berupa paper yang memiliki keterkaitan dengan masalah yang ingin diselesaikan dan informasi-informasi dari media elektronik yang membahas mengenai masalah tersebut. Studi literatur digunakan untuk referensi penggunaan metode dalam penyelesaian masalah dan menentukan variabel-variabel yang dapat diadopsi untuk penyelesaian masalah.

3.2.3 Menentukan Metode Penelitian

Metode penelitian didapatkan dari hasil identifikasi masalah dan studi literatur yang telah dilakukan. Dari studi literatur dengan masalah yang serupa, dilakukan perbandingan antara satu dengan yang lainnya mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan serta variabel-variabel yang paling mendekati dengan penyelesaian masalah. Hasil perbandingan tersebut, didapatkan metode Algoritma K-Nearest Neighbor sebagai metode yang dianggap paling tepat untuk menyelesaikan masalah.

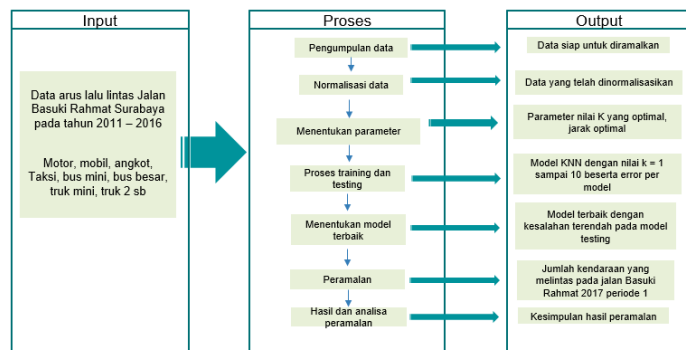
3.2.4 Pengumpulan Data

Data merupakan hal penting dalam sebuah penelitian. Data yang dibutuhkan dalam penelitian berupa data masa lalu sebagai acuan dalam mengerjakan penelitian. Dalam hal

ini, pengumpulan data dilakukan peneliti dengan bantuan pihak Dinas Perhubungan Kota Surabaya meliputi data arus lalu lintas dari tahun 2011 sampai tahun 2016. Dinas Perhubungan Surabaya melakukan pengambilan data dibagi menjadi 2 periode. Periode yang dimaksud adalah periode pengambilan data, dimana dalam setahun, Dinas Perhubungan Surabaya melakukan pengambilan data sebanyak 2 kali. Periode 1 pengambilan data adalah bulan Maret, sedangkan periode 2 pengambilan data adalah bulan Oktober.

3.2.5 Analisa Algoritma K-Nearest Neighbor

Data yang telah terkumpul merupakan data yang akan digunakan pada proses peramalan menggunakan K-Nearest Neighbor.



Gambar 3. 2 Alur pengerjaan K-NN

3.2.5.1 Pemilihan Data

Data yang didapatkan akan dibagi untuk dijadikan data pada proses training dan data untuk proses testing K-NN. Data training yang digunakan adalah data dari tahun 2011 periode 1 hingga 2016 periode 1 dan data testing yang digunakan adalah data tahun 2016 periode 2. Untuk

peramalan tahun 2017 periode 1, digunakan data dari tahun 2011 periode 2 hingga 2016 periode 2.

3.2.5.2 Normalisasi data

Data yang digunakan akan dilakukan normalisasi menggunakan metode Min-Max dengan range normalisasi antara 0 sampai dengan 1 [18].

3.2.5.3 Menentukan Parameter

Untuk keperluan dari algoritma K-Nearest Neighbor, diperlukan parameter untuk tercapainya hasil yang optimal, sehingga kesalahan error minimum. Parameter yang digunakan untuk dilakukannya peramalan berdasarkan K-NN adalah jarak optimal dan nilai k yang optimal.

Untuk mengukur jarak optimum, digunakan Euclidean Distance [19]. Setelah melakukan pengukuran jarak optimum, identifikasi parameter lainnya yaitu nilai k dalam peramalan. menurut penelitian sebelumnya yang terkait [5], semakin besar nilai k yang dipakai, akan terjadi peningkatan kesalahan peramalan berangsur-angsur. Nilai k yang digunakan juga bergantung dengan jumlah data yang diamati. Nilai k yang optimum untuk dipertimbangkan dalam peramalan arus lalu lintas berdasarkan K-NN adalah diantara 1 sampai 10 [6].

3.2.5.4 Proses Training dan Testing

Proses training dan testing dilakukan bersama-sama untuk menemukan model-model peramalan dengan input dan parameter yang telah ditentukan. Proses ini akan menghasilkan model-model berdasarkan nilai k dari 1 sampai 10 dengan mempertimbangkan data observasi mulai tahun 2011 periode 1 hingga tahun 2016 periode 1 beserta kesalahan atau error pada setiap model [20] [21]. Adapun beberapa langkah yang dilakukan pada saat proses training dan testing menggunakan algoritma dari K-Nearest Neighbor, diantaranya:

1. Tentukan terlebih dahulu range nilai k yang akan diamati.
2. Menentukan input pada proses, diantaranya adalah data untuk proses training, data untuk proses testing dan data observasi.
3. Masukkan input dan parameter nilai k pada algoritma K-NN
4. Perhitungan jarak optimal menggunakan euclidean distance berdasarkan atribut (8 periode data)
5. Jarak-jarak tersebut akan diurutkan berdasarkan jarak terdekat sampai jarak terjauh. Urutan jarak terdekat dengan data yang disebut nearest neighbor
6. Perhitungan nilai dari nearest neighbor terhadap k
7. Hasil nilai dari nearest neighbor terhadap $k=i$ akan dirata-rata kemudian menjadi output
8. Nilai-nilai yang dihasilkan pada $k=i$ dengan 1 data observasi akan menjadi 1 model
9. Perhitungan nilai error RMSE pada setiap model
10. Perhitungan RMSE dengan data target sebagai RMSE untuk training, dan dengan data testing dihasilkan RMSE untuk testing
11. Langkah 1-10 diulangi sebanyak k dan data observasi

3.2.5.5 Menentukan Model Terbaik

Model terbaik didapatkan berdasarkan model-model yang telah didapatkan pada proses training dan testing. Dengan melihat tingkat kesalahan atau error, model terbaik didapatkan dari nilai kesalahan yang paling rendah antara model-model proses testing. Model yang terbaik dengan tingkat kesalahan paling rendah akan digunakan untuk acuan pada peramalan tahun 2017 periode 1 [5].

3.2.5.6 Melakukan Peramalan

Peramalan dilakukan pada masing-masing data dengan menggunakan nilai k yang telah didapatkan pada model terbaik yang telah dilakukan pada proses testing pada masing-masing data. Hasil peramalan yang didapatkan adalah data jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya pada tahun 2017 periode 1 dari pukul 05.00 hingga 21.00.

3.2.5.7 Analisa Hasil Peramalan

Peramalan yang telah dilakukan akan dianalisa mengacu pada data histori. Analisa hasil peramalan dapat berupa persentase peningkatan atau penurunan jumlah kendaraan, jumlah maksimal dan jumlah minimal kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat beserta waktunya [22] [23].

3.2.6 Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahapan akhir adalah penyusunan laporan tugas akhir. Laporan ini bertujuan untuk menjelaskan dengan rinci hasil dari penelitian yang dilakukan pada tugas akhir. Laporan tugas akhir meliputi:

Bab I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan, manfaat dan relevansi dalam pengerjaan tugas akhir.

Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini menjelaskan tentang penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan masalah yang diangkat pada tugas akhir dan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah pembuatan tugas akhir beserta penjelasannya.

Bab IV Rancangan

Bab ini menjelaskan tentang rancangan tugas akhir untuk pembuatan peramalan arus lalu lintas jangka pendek yang meliputi proses pengumpulan data, identifikasi variabel dan proses pengolahan data.

Bab V Implementasi

Bab ini menjelaskan tentang proses peramalan yang dilakukan, meliputi analisis data, pengukuran jarak optimum, menentukan lag durasi dan nilai K yang cocok. Setelah itu dilakukan peramalan serta melakukan akurasi peramalan.

Bab VI Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan yang didapatkan dari proses peramalan yang dilakukan berupa hasil ujicoba dan hasil peramalan untuk masa mendatang.

Bab VII Kesimpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil pembahasan serta saran yang dapat ditujukan untuk menyempurnakan tugas akhir dan saran yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan penelitian tugas akhir. Pada bab ini berisikan tentang proses pengumpulan data, pra proses data dan proses pengolahan data saat clustering dan peramalan.

4.1 Pengumpulan dan Pra-Proses data

Pada tahapan ini, aktivitas yang dilakukan adalah pengumpulan data dan melakukan pra-proses data sehingga data siap digunakan.

4.1.1 Pengumpulan data

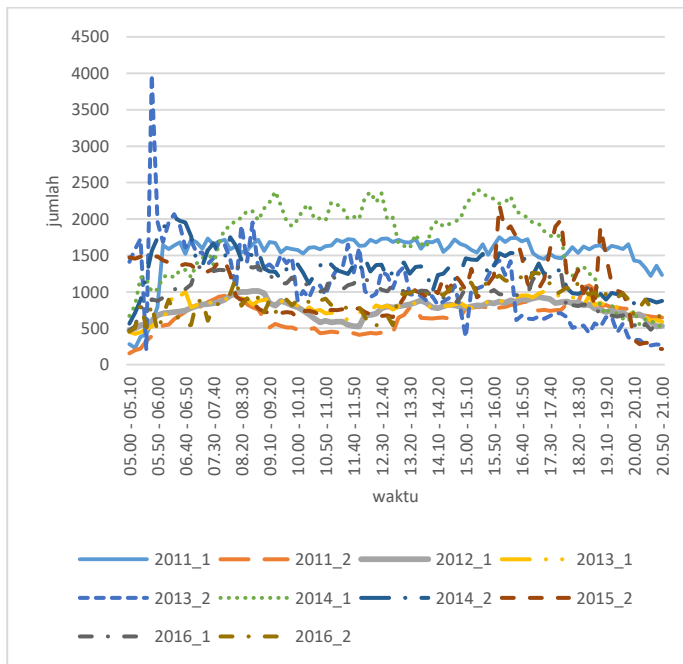
Data yang digunakan untuk penelitian adalah data hasil survey banyaknya kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya yang dilakukan oleh bagian Lalu Lintas pada Dinas Perhubungan Kota Surabaya pada tahun 2011 sampai tahun 2016. Pada tahun 2011, 2013, 2014, dan 2016 survey data dilakukan 2 kali (2 periode) dalam setahun, sedangkan pada tahun 2012 dan 2015 survey dilakukan 1 kali (1 periode) dalam setahun.

Data yang didapatkan setahun 2 kali memiliki waktu survey lapangan pada bulan Maret (periode 1) dan Oktober (periode 2). Sedangkan survey tahunan sekali yang dilakukan pada tahun 2012 adalah bulan Maret (periode 1) dan tahun 2015 dilakukan pada bulan Oktober (periode 2).

4.1.1.1 Gambaran data

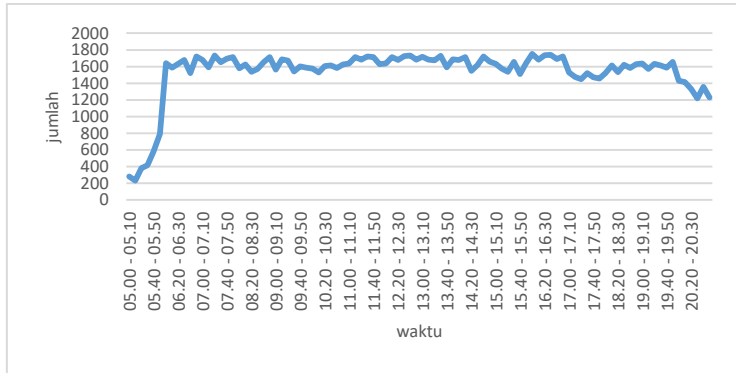
Data yang telah didapatkan, dilakukan plot data berdasarkan tipe dan tahun. Gambaran data untuk jumlah kendaraan setiap tahunnya, dilakukan plot data berdasarkan tipe kendaraan dari tahun 2011 sampai tahun 2016. Gambar 4.1 adalah salah satu contoh plot data pada tipe kendaraan motor.

Gambar 4.1 menjelaskan grafik jumlah motor yang melaju pada jalan Basuki Rahmat tidak selalu sama setiap tahunnya. Pada tahun 2014 periode 1, dapat dilihat dari pukul 07.20 hingga pukul 12.30 dan pukul 14.50 hingga pukul 16.40 adalah jumlah motor terbanyak dibandingkan tahun-tahun lainnya. Selain itu pada tahun 2013 periode 2 pernah mengalami pelonjakan jumlah kendaraan pada pukul 05.40 – 05.50 hingga mencapai 3981.



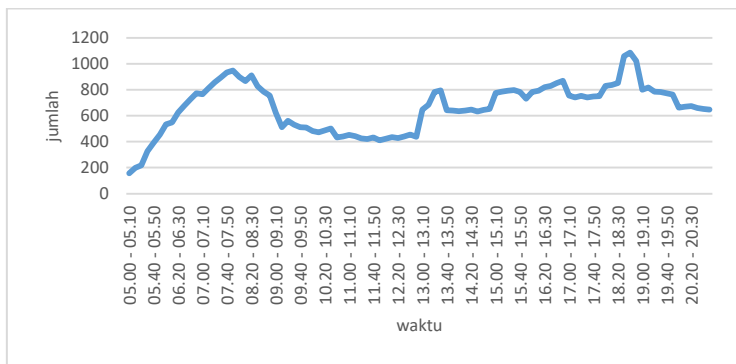
Gambar 4. 1 Grafik jumlah motor tahun 2011 – 2016

Plot data pada kendaraan motor dengan rincian pertahun pada gambar 4.2 sampai 4.11.



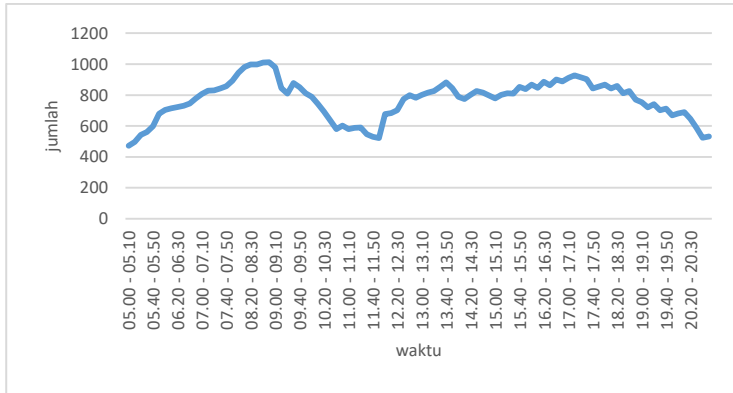
Gambar 4. 2 Grafik jumlah motor tahun 2011 periode 1

Gambar 4.3 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2011 periode 2.



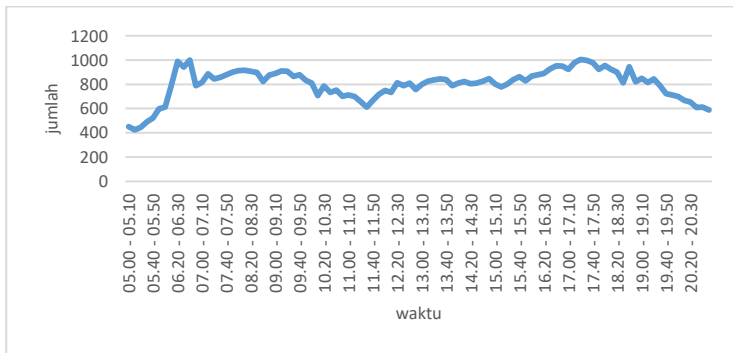
Gambar 4. 3 Grafik jumlah motor tahun 2011 periode 2

Gambar 4.4 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2012 periode 1.



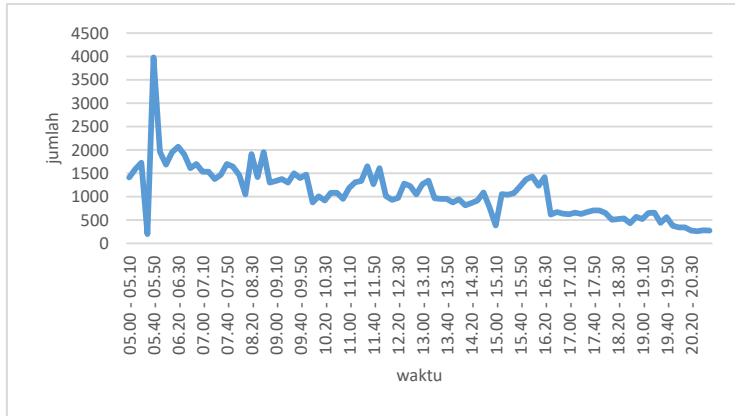
Gambar 4. 4 Grafik jumlah motor tahun 2012 periode 1

Gambar 4.5 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2013 periode 1.



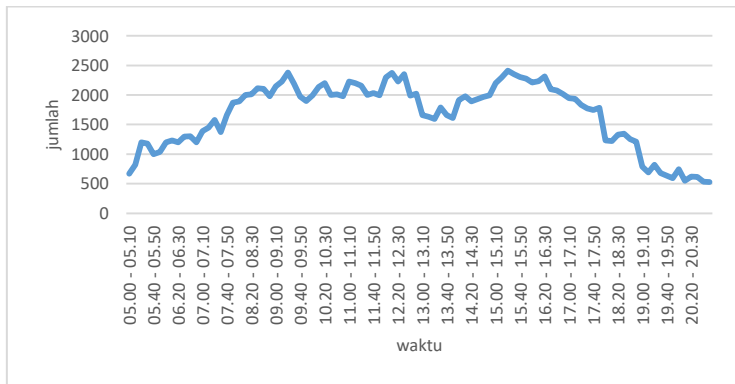
Gambar 4. 5 Grafik jumlah motor tahun 2013 periode 1

Gambar 4.6 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2013 periode 2.



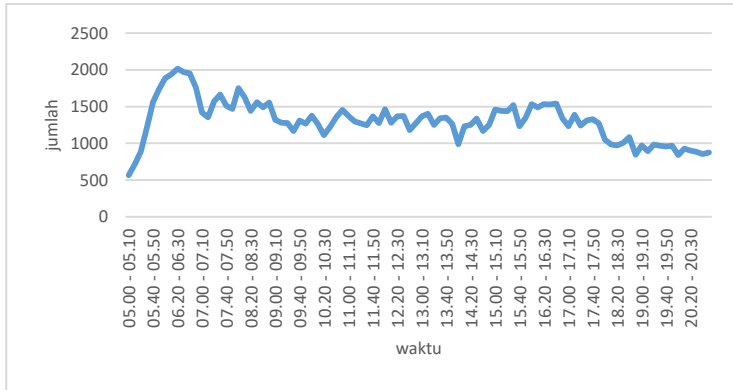
Gambar 4. 6 Grafik jumlah motor tahun 2013 periode 2

Gambar 4.7 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2014 periode 1.



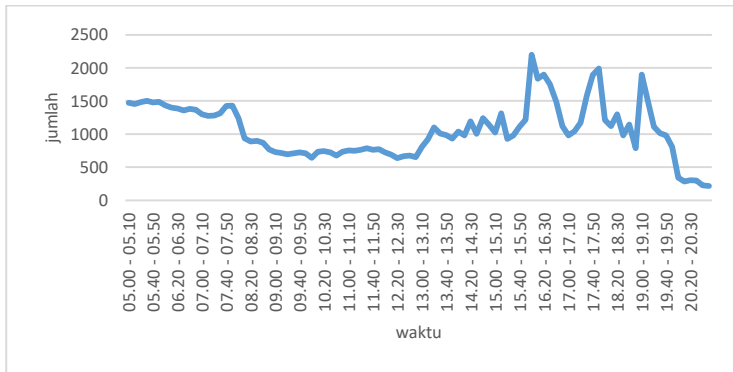
Gambar 4. 7 Grafik jumlah motor tahun 2014 periode 1

Gambar 4.8 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2014 periode 2.



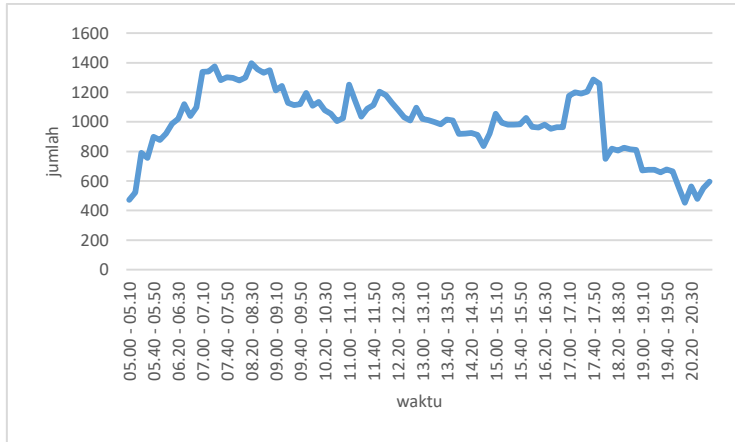
Gambar 4. 8 Grafik jumlah motor tahun 2014 periode 2

Gambar 4.9 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2015 periode 2.



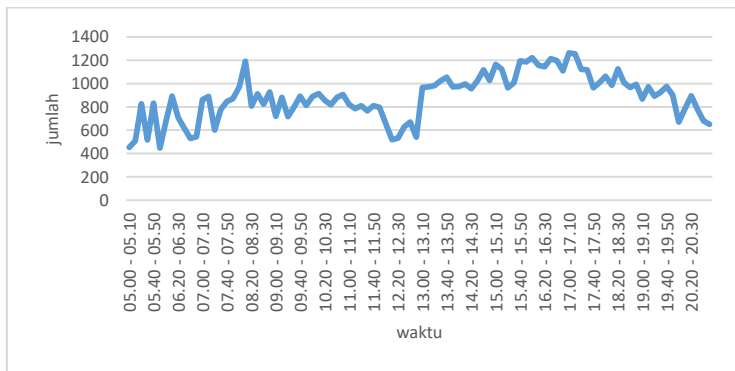
Gambar 4. 9 Grafik jumlah motor tahun 2015 periode 2

Gambar 4.10 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2016 periode 1.



Gambar 4. 10 Grafik jumlah motor tahun 2016 periode 1

Gambar 4.11 adalah rincian dari jumlah kendaraan motor yang melintas pada jalan Basuki Rahmat pada tahun 2016 periode 2.



Gambar 4. 11 Grafik jumlah motor tahun 2016 periode 2

4.1.2 Pra-Proses data

Pra proses data adalah tahapan pengolahan data awal yang didapatkan agar data siap digunakan. Setelah mendapatkan data

awal, dilakukan normalisasi data. Normalisasi dilakukan pada data untuk menjadikan data yang ada sama rata dalam range yang sama. Normalisasi dilakukan menggunakan metode Min-Max.

4.2 Pemilihan data

Data yang digunakan untuk dilakukan KNN adalah data jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya pada tahun 2011 sampai tahun 2016 dari pukul 05.00 sampai pukul 21.00.

Data dipisahkan berdasarkan tipe kendaraan, sehingga terdapat 8 data tipe kendaraan dengan data histori dari tahun 2011 periode 1 hingga 2016 periode 2.

Data akan digunakan pada dua proses, yaitu proses training dan proses testing. Data yang digunakan untuk proses training adalah keseluruhan data kecuali tahun 2016 periode 2 sedangkan data yang digunakan untuk proses testing adalah data pada tahun 2016 periode 2.

4.3 Proses Training dan Testing

Proses training dan testing dijalankan bersama-sama untuk mengetahui model-model yang dihasilkan pada training dan testing. Pada proses ini, melibatkan dua parameter penting pada proses K-NN ini yaitu nilai k dan jarak optimal. Proses training menggunakan input data training dari tahun 2011 periode 1 hingga 2016 periode 1 dan proses testing menggunakan input data testing tahun 2016 periode 2 dengan melibatkan percobaan menggunakan nilai k sama dengan 1 hingga nilai k sama dengan 10.

Output yang didapatkan dari proses training dan testing adalah nilai-nilai yang didapatkan dengan mempertimbangkan nilai k sampai dengan 10. Output dari training dan testing tersebut akan dihitung errornya menggunakan RMSE. Nilai error yang

dhasilkan akan dibandingkan dengan model-model lainnya dan model terbaik akan didapatkan berdasarkan hasil pada proses testing dengan melihat nilai error pada RMSE yang paling kecil. Model terbaik akan digunakan untuk proses peramalan data 2017 periode 1.

4.4.1 Menentukan Jarak Optimal

Menentukan jarak yang optimal dapat dilakukan menggunakan euclidean distance yang didapatkan dari pengukuran antara dua titik atau data. Jarak antar dua data tersebut akan diurutkan berdasarkan jarak terdekat hingga jarak terjauh. Jarak-jarak tersebut akan digunakan untuk menentukan nearest neighbor pada masing-masing data.

4.4.2 Menentukan nilai K

Penentuan nilai k pada data dilakukan dengan menggunakan mengamati hasil dari proses training dan testing yang dilakukan pada data. Setelah dilakukan proses training dan testing dengan nilai k sama dengan 1 sampai 10, diambil nilai k dengan tingkat error paling rendah pada proses testing sesuai dengan rekomendasi dari [6]. Pada dataset yang ada, nilai k berkorelasi dengan jumlah baris dari data yang dipertimbangkan untuk menjadi acuan pada peramalan.

Nilai k dicari berdasarkan data per tipe kendaraan. Sehingga, nilai k yang optimal untuk keseluruhan data terdapat delapan nilai k.

4.4.3 Output Training dan Testing

Output yang dihasilkan pada proses ini adalah nilai-nilai dengan melibatkan k sama dengan 1 sampai 10 dan data observasi dimana dianggap nilai-nilai pada 1 nilai k adalah 1 model. Nilai-nilai yang dihasilkan per nilai k dapat berbeda-beda, sehingga

diperlukan untuk menentukan model terbaik dari output yang dihasilkan untuk dijadikan acuan peramalan 2017 periode 1.

4.4.4 Perhitungan Error Model Training dan Testing

Perhitungan error pada model training dan testing dilakukan setelah mendapatkan output atau hasil pada proses training dan testing. Output yang didapatkan pada proses training dan testing akan dilakukan perhitungan error menggunakan RMSE, sehingga pada masing-masing output dengan nilai $k = i$, memiliki nilai error yang berbeda-beda.

Nilai error yang didapatkan akan menjadi acuan untuk pemilihan model terbaik. Nilai error yang paling kecil pada model dengan nilai $k = i$ pada proses testing akan dijadikan model terbaik untuk dijadikan acuan peramalan tahun 2017 periode 1.

4.4 Peramalan

Tahapan peramalan dilakukan untuk mengetahui nilai atau output masa datang dari arus lalu lintas pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya pada tahun 2017 periode 1. Peramalan dilakukan menggunakan model terbaik testing dengan nilai $k = i$.

4.4.1 Penggunaan data

Dataset untuk penelitian ini dapat dilihat di LAMPIRAN A. Kolom pada dataset adalah atribut periode (per semester) data dari tahun 2011 sampai 2016. Sedangkan data pada baris adalah jumlah kendaraan pada interval waktu setiap 10 menit dari pukul 05.00 hingga 21.00.

Data yang digunakan dalam peramalan adalah data jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya dari pukul 05.00 sampai pukul 21.00 dari tahun 2011 periode 2 sampai tahun 2016 periode 2 dengan total data yang menjadi input peramalan adalah data histori 9 periode.

4.4.2 Menentukan tujuan

Tujuan dilakukan peramalan menggunakan metode K-Nearest Neighbor adalah untuk meramalkan jumlah kendaraan pada periode 2017 periode 1 pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya.

4.4.3 Melakukan peramalan dengan Model Terbaik

Peramalan dilakukan pada tools R Studio menggunakan data histori yang ada dan model terbaik yang telah ditetapkan sebelumnya. Peramalan yang dilakukan sangat mempertimbangkan nilai k yang dimasukkan pada proses peramalan, sehingga akan didapatkan hasil peramalan yang optimal.

4.4.4 Hasil peramalan

Hasil dari peramalan yang dilakukan adalah jumlah kendaraan yang melaju pada Jalan Basuki Rahmat Surabaya dari pukul 05.00 sampai 21.00 pada tahun 2017 periode 1 dengan interval waktu 10 menit.

4.5 Analisa hasil peramalan

Dari hasil pemodelan sampai peramalan yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya adalah keefektifan pemodelan K-NN untuk peramalan, hasil analisa data peramalan yang didapat dan analisa hasil peramalan terhadap data histori, termasuk peningkatan atau penurunan jumlah kendaraan pada tahun 2017 periode 1.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan tentang pelaksanaan penelitian tugas akhir dan pembuatan model untuk peramalan.

5.1 Normalisasi data

Normalisasi data dilakukan menggunakan metode normalisasi Min-Max dengan range nilai 0 sampai 1 menggunakan bantuan tool Microsoft Excel. Rumus yang digunakan adalah:

$$\frac{x - \text{Min}(y)}{\text{Max}(y) - \text{Min}(y)}$$

Dengan keterangan:

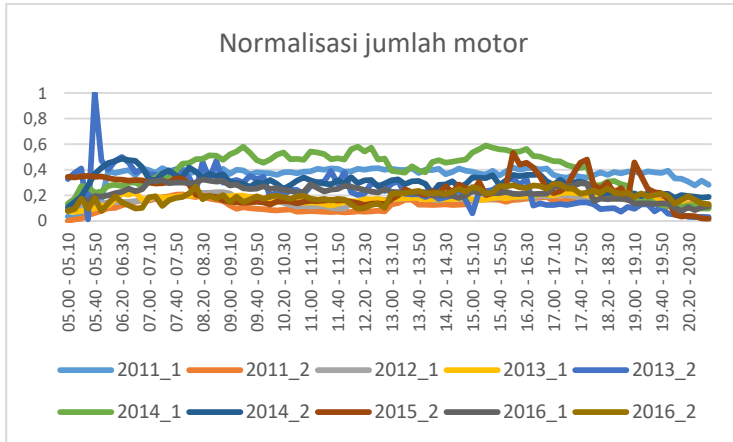
x = data yang akan dinormalisasi

$\text{Min}(y)$ = nilai minimal dari keseluruhan data

$\text{Max}(y)$ = nilai maksimal dari keseluruhan data

Tabel 5. 1 Hasil Normalisasi

Waktu (Interval 10 menit)	2011_1	2011_2	2012_1	2013_1	2013_2	2014_1	2014_2	2015_2	2016_1	2016_2
05.00 - 05.10	0,03268	0	0,082353	0,077124	0,327843	0,134379	0,106667	0,343791	0,082876	0,077386
05.10 - 05.20	0,019346	0,01098	0,088889	0,069804	0,374641	0,173333	0,145621	0,339869	0,095948	0,091765
05.20 - 05.30	0,059085	0,016471	0,100915	0,075556	0,410458	0,272941	0,191373	0,346928	0,165752	0,174902
05.30 - 05.40	0,067712	0,044706	0,105882	0,087059	0,011503	0,267451	0,276601	0,352157	0,156863	0,094379
05.40 - 05.50	0,111111	0,061699	0,115817	0,095948	1	0,220392	0,36732	0,345098	0,193987	0,176993
05.50 - 06.00	0,166275	0,078431	0,136732	0,115556	0,472418	0,229542	0,414118	0,347974	0,188497	0,076601
06.00 - 06.10	0,388497	0,099085	0,143007	0,118954	0,4	0,273203	0,45281	0,333856	0,2	0,136471
06.10 - 06.20	0,373856	0,102745	0,146144	0,16549	0,46902	0,28183	0,466667	0,32549	0,217255	0,192418
06.20 - 06.30	0,386405	0,122353	0,147974	0,217778	0,499869	0,272418	0,48732	0,321569	0,226144	0,144314
06.30 - 06.40	0,39817	0,136471	0,150327	0,205229	0,457516	0,298824	0,474771	0,31451	0,252288	0,120523
06.40 - 06.50	0,357124	0,14902	0,153987	0,220915	0,379869	0,299608	0,470065	0,320261	0,23085	0,097516
06.50 - 07.00	0,40915	0,161307	0,162876	0,16549	0,40366	0,27268	0,419869	0,316601	0,246275	0,101699
07.00 - 07.10	0,398431	0,159216	0,170196	0,172549	0,361046	0,322614	0,330719	0,299346	0,309281	0,184575
07.10 - 07.20	0,375163	0,171503	0,175948	0,191111	0,361046	0,338301	0,313725	0,292026	0,310065	0,191634
07.20 - 07.30	0,412026	0,183268	0,176471	0,180131	0,32	0,372288	0,369935	0,293856	0,318954	0,11634



Gambar 5. 1 Grafik normalisasi data motor

Fruktuasi dari data tidak berubah, sehingga dapat dikatakan bahwa normalisasi data telah benar.

Normalisasi dapat dilakukan pula pada R Studio dengan menggunakan script normalisasi Min-Max. Pertama adalah menghapus kolom waktu pada data.

```
data <- data [, -1]
```

Setelah itu lakukan normalisasi.

```
Maxs <- max(data)
Mins <- min(data)
hasilNormalisasi = (data-mins)/(maxs-mins)
```

Keterangan:

hasilNormalisasi = data hasil normalisasi yang dilakukan.

data = data jumlah kendaraan.

$\min(\text{data})$ = nilai minimal pada data .

$\max(\text{data})$ = nilai maksimal pada data.

Hasil Normalisasi yang dilakukan pada R Studio akan menghasilkan nilai yang sama dengan yang dilakukan pada Microsoft Excel.

5.2 Pemisahan Data untuk Training dan Testing

Data yang telah dinormalisasi akan dilakukan pemisahan data yang akan digunakan untuk proses training dan proses testing.

```
train <- data.frame(hasilNormalisasi [1:9])
test <- data.frame(hasilNormalisasi [,col])
```

Keterangan:

train = hasil data untuk proses training

(hasilNormalisasi [1:9]) = pengambilan data dari hasilNormalisasi pada kolom 1 sampai 9, atau sama saja dengan pengambilan data dari tahun 2011 periode 1 hingga 2016 periode 1.

test = hasil data test

(hasilNormalisasi [,col]) = pengambilan data dari hasilNormalisasi pada kolom terakhir atau tahun 2016 periode 2.

5.3 Proses Training dan Testing

Proses training menggunakan metode KNN menggunakan tools R Studio dan package FNN pada R Studio.

```
library(FNN)
```

Keterangan:

Library(FNN) = memanggil package FNN untuk menjalankan fungsi-fungsi yang ada di dalam package tersebut.

5.3.1 Menentukan Input pada Proses Training dan Testing

Input yang digunakan untuk proses training adalah data train dan y. **Train** adalah data yang digunakan untuk proses training dan **y** adalah data observasi pada data train. Untuk penggunaan data observasi, dilakukan percobaan pada data tiap periode sehingga proses training akan dijalankan sembilan kali untuk mendapatkan model terbaik.

```
train <- data.frame(hasilNormalisasi [1:9])
y<-train$`2011_1`
```

Keterangan:

Train = data yang digunakan untuk proses training

train\$`2011_1` = penggunaan data pada tahun 2011 periode 1 pada data training, dan akan terus berganti setiap pergantian percobaan. Dilakukan untuk 2011 periode 1 hingga 2016 periode 1.

Untuk proses testing, input untuk proses testing adalah jumlah kendaraan pada tahun 2016 periode 2 dengan nilai k dan percobaan pada setiap data observasi.

```
test <- data.frame(hasilNormalisasi[,col])
y <- train$`2013_1`
```

Keterangan:

Test = data untuk menjadi input proses testing

y = data observasi pada data training

5.3.3 Menjalankan Proses Training dan Testing

Setelah menetapkan inputan data train dan y untuk training serta data test dan y untuk proses testing, dijalankan script untuk menghasilkan model. Model yang dimaksudkan adalah model data dengan melibatkan nilai k dari 1 sampai 10 dan data observasi.

```
k = 10;
z=0;
```

Selanjutnya, jalankan script untuk menjalankan training dan testing dari k sama dengan 1 sampai 10.

```
predtrain <- knn.reg(train, test=NULL, y, k=i)
predtrain_ <- as.numeric(predtrain$pred)

predtest <- knn.reg(test, test=NULL, y, k=i)
predtest_ <- as.numeric(predtest$pred)
```

Keterangan:

predtrain <- hasil model untuk KNN

knn.reg <- function yang digunakan untuk training K-NN.

i = jumlah nearest neighbor (k) yang diinginkan. Pada pemodelan ini digunakan nearest neighbor (k) 1 sampai 10.

predtrain\$pred = mengambil hasil model dengan k = i yang disimpan pada predictionTrain dengan sub pred.

Data.frame = function untuk membuat tabel.

5.3.3 Denormalisasi Hasil Training dan Testing

Hasil dari proses training dan testing adalah model-model yang melibatkan $k=i$. Model-model tersebut masih berbentuk data normalisasi, sehingga selanjutnya adalah lakukan denormalisasi pada hasil model-model training dan testing untuk mendapatkan nilai yang sebenarnya.

```
hasiltrain <- (predtrain_)*(maxs-mins) + mins
hasiltest <- (predtest_)*(maxs-mins) + mins
```

Selain itu, lakukan pula denormalisasi untuk data yang digunakan pada proses training dan testing.

```
trainden <- data[1:9]
testden <- data[10]
```

Keterangan:

Trainden = hasil denormalisasi data train

Testden = hasil denormalisasi data test

5.3.3 Error Model Training dan Testing

Model-model yang telah didapatkan pada proses training dan testing akan dilakukan perhitungan error RMSE. Perhitungan error model i menggunakan RMSE ini digunakan untuk membandingkan kesalahan pada model-model yang ada.

```
train_ <- data$2013_1
MSEtrain <- sum((train_ - hasiltrain)^2)/nrow(train)
RMSEtrain <- sqrt(MSEtrain)
test_ <- testden
MSEtest <- sum((test_ - hasiltest)^2)/nrow(test)
RMSEtest <- sqrt(MSEtest)
```

Keterangan:

Train_ = mengambil data denormalisasi pada tahun 2016 periode 2

MSEtrain = hasil perhitungan MSE pada data aktual 2016 periode 2 dengan output model training.

RMSEtrain = hasil perhitungan RMSE pada data aktual 2016 periode 2 dengan output model training.

5.3.4 Menentukan Model Terbaik

Setelah melakukan proses training dan testing dengan jumlah nearest neighbor (k) dari 1 sampai 10 dan perhitungan error model, didapatkan 10 model dengan jumlah nearest neighbor 1 sampai 10 pada masing-masing percobaan. Karena dilakukan 9 kali percobaan, artinya terdapat 90 model yang didapatkan pada setiap proses training dan 90 model pada proses testing di delapan data tipe kendaraan. Dari banyaknya model tersebut, model terbaik didapatkan berdasarkan nilai RMSE terkecil pada proses testing. Perhatikan contoh penentuan model terbaik pada data motor pada proses testing pada Tabel 5. 2 sampai Tabel 5. 6

Tabel 5. 2 Error model untuk data observasi 2011 periode 1 dan 2011 periode 2

2011-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	26066,74	161,452	503428,1	709,5267
2	28567,6	169,0195	482014	694,2723
3	31727,02	178,1208	463407,6	680,7405
4	29072,38	170,5062	478831,6	691,9766

5	25121,61	158,498	470106,2	685,6429
6	32481,7	180,2268	465206,4	682,0604
7	36219,88	190,3152	467286,8	683,5838
8	42177,61	205,3719	461152,5	679,0821
9	46778,78	216,284	465701,4	682,4232
10	48039,81	219,1799	467495,6	683,7365

2011-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	5453,375	73,84697	77984,4	279,2569
2	5630,854	75,03902	68653,95	262,019
3	6151,231	78,42979	63674,2	252,3375
4	6707,475	81,89918	62652,25	250,3043
5	6342,161	79,63768	61516,09	248,0244
6	7936,698	89,08815	62985,07	250,9683
7	9264,683	96,25322	61930,55	248,8585
8	10620,4	103,0553	60971,46	246,924
9	11864,68	108,9251	62550,28	250,1005
10	12702,99	112,7075	61346,69	247,6826

Tabel 5. 3 Error model untuk data observasi 2012 periode 1 dan 2013 periode 1

2012-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	2602,854	51,01817	41799,88	204,4502
2	2810,893	53,01786	33610,1	183,3306
3	2745,137	52,39405	31874,36	178,5339
4	2685,347	51,82033	32661,88	180,726
5	2988,332	54,66564	32787,43	181,073

2012-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
6	3332,47	57,72755	32002,01	178,8911
7	3905,044	62,49035	32801,63	181,1122
8	4300,887	65,58114	32704,29	180,8433
9	4799,164	69,276	33603,67	183,313
10	5250,932	72,46331	33016,66	181,7049

2013-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest.	RMSEtest
1	5981,563	77,34056	37259,53	193,0273
2	5890,354	76,74864	29104,74	170,6011
3	5919,454	76,93799	27890,25	167,0038
4	5695,863	75,47094	28721,03	169,4728
5	5775,713	75,99811	28183,34	167,8789
6	6027,63	77,63781	27679,25	166,3708
7	6342,418	79,6393	27597,09	166,1237
8	6878,412	82,93619	27518,83	165,888
9	7349,68	85,73027	27910,08	167,0631
10	7850,229	88,60152	28480,26	168,7609

Tabel 5. 4 Error model untuk data observasi 2013 periode 2 dan 2014 periode 1

2013-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	55629,17	235,8584	311567	558,1818
2	53586,72	231,4881	245924,6	495,9078
3	56553,56	237,8099	173287,8	416,2785

2013-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
4	62209,5	249,4183	188123,7	433,7323
5	65558,05	256,0431	176369	419,9631
6	69172,21	263,0061	167192,4	408,8917
7	71959,54	268,2528	174701,8	417,9735
8	74854,35	273,5952	197250,5	444,129
9	75244,38	274,3071	200532,8	447,8089
10	77234,61	277,9112	218907,4	467,8754

2014-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	10231,64	101,1515	921931	960,1724
2	10149,54	100,7449	776517,2	881,2021
3	10469,47	102,3204	675983,2	822,182
4	11313,95	106,3671	707382,6	841,0604
5	11242,26	106,0295	687979	829,445
6	13279,63	115,2373	681125,9	825,3035
7	13026,36	114,1331	684147,8	827,1323
8	14759,89	121,4903	669720,2	818,3643
9	17528,99	132,3971	674356,1	821,1919
10	19049,7	138,0207	654961,5	809,2969

Tabel 5. 5 Error model untuk data observasi 2014 periode 2 dan 2015 periode 2

2014-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	9544,354	97,69521	274886,8	524,2965
2	10072,48	100,3618	235878,4	485,6732

2014-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
3	12377,34	111,2535	219596	468,6107
4	13960,72	118,1555	225820,5	475,2058
5	13616,83	116,6912	218718,8	467,6738
6	13788,94	117,4263	213469,2	462,0273
7	14014,05	118,3809	214943	463,6195
8	15610,17	124,9407	218136,6	467,051
9	17477,45	132,2023	221282,3	470,4066
10	17955,22	133,9971	230944,7	480,5671

2015-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	13102,14	114,4646	185017,9	430,1371
2	13430,34	115,8894	118728,4	344,5699
3	13302,64	115,3371	98297,6	313,5245
4	15665,26	125,161	68250,58	261,2481
5	18187,42	134,8607	60485,28	245,9375
6	18841,43	137,2641	59650,61	244,2347
7	23374,28	152,8865	62336,34	249,6725
8	26836,36	163,8181	66666,68	258,1989
9	31177,88	176,5726	63818,51	252,6233
10	34243,55	185,0501	64885,43	254,7262

Tabel 5. 6 Error model untuk data observasi 2016 periode 1

2016-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	4191,74	64,74365	89748	299,5797
2	4037,135	63,53846	64086,79	253,1537
3	4640,824	68,12359	51529,95	227,0021
4	5398,286	73,47303	54321,83	233,0704
5	5493,273	74,11662	52093,78	228,2406
6	5998,419	77,44946	48034,46	219,1676
7	7196,8	84,83396	51400,58	226,717
8	7985,099	89,35938	51094,39	226,0407
9	9095,068	95,36807	53447,09	231,1863
10	10260,43	101,2938	55296,43	235,1519

Tabel Tabel 5. 2 hingga Tabel 5. 6 adalah hasil error pada model training dan testing untuk data tipe kendaraan motor. Dari 9 kali percobaan pada data observasi dan nilai k 1 sampai 10, didapatkan hasil bahwa nilai error RMSE terkecil pada proses testing ada pada nilai $k = 8$ dan menggunakan data observasi 2013 periode 1. Sehingga model terbaik testing pada data motor yang akan dijadikan acuan peramalan jumlah motor tahun 2017 periode 1 adalah nilai $k = 8$ dengan data observasi 2013 periode 1. Pemilihan model terbaik dilakukan pada 7 tipe kendaraan lainnya dengan cara yang sama.

5.5 Peramalan

Langkah selanjutnya adalah lakukan peramalan untuk 2017 periode 1 menggunakan model terbaik yang telah didapatkan pada proses testing.

```

Input <- data.frame(hasilNormalisasi[,2:col])
y <- train$`2013_1`
set.seed(123);
prediksiakhir <- knn.reg(Input, test=NULL, y, k=8)
prediksiakhir_ <- as.numeric(prediksiakhir$pred)
FORECAST <- (prediksiakhir_)*(maxs-mins) + mins

```

Keterangan:

Input = data input untuk melakukan peramalan. Pada peramalan kali ini, input yang diperlukan adalah data normalisasi dari tahun 2011 periode 2 sampai tahun 2016 periode 2.

y = data observasi yang telah ditetapkan pada proses training

k = nilai k optimal yang didapatkan pada proses training

prediksiakhir_ = hasil peramalan dalam bentuk nilai-nilai normalisasi

FORECAST = hasil akhir peramalan dengan nilai-nilai yang telah di denormalisasi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

HASIL DAN ANALISA

Bab ini menjabarkan tentang detail hasil dan pembahasan dari implementasi masing-masing tahapan penelitian.

6.1 Hasil dan Analisa Proses Training dan Testing

Proses training dan testing yang dilakukan pada masing-masing data tipe kendaraan, menghasilkan model dengan mempertimbangkan nilai k yang optimal dan data observasi yang sesuai. Keseluruhan nilai-nilai yang ada akan dihitung nilai RMSE untuk didapatkan model terbaik. Keseluruhan perhitungan RMSE pada proses training dan testing dapat dilihat pada LAMPIRAN D ERROR MODEL TRAINING DAN TESTING

6.1.1. Training dan Testing pada Data Motor

Training dan testing yang dilakukan pada data motor dengan mempertimbangkan hasil dari sembilan data observasi, didapatkan hasil jumlah k dan data observasi yang optimal yang dapat dilihat pada Tabel 6. 10 sampai Tabel 6. 9

Tabel 6. 1 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2011 periode 1

2011-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	26066,74	161,452	503428,1	709,5267
2	28567,6	169,0195	482014	694,2723
3	31727,02	178,1208	463407,6	680,7405
4	29072,38	170,5062	478831,6	691,9766
5	25121,61	158,498	470106,2	685,6429
6	32481,7	180,2268	465206,4	682,0604
7	36219,88	190,3152	467286,8	683,5838
8	42177,61	205,3719	461152,5	679,0821

9	46778,78	216,284	465701,4	682,4232
10	48039,81	219,1799	467495,6	683,7365

Tabel 6. 2 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2011 periode 2

2011-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	5453,375	73,84697	77984,4	279,2569
2	5630,854	75,03902	68653,95	262,019
3	6151,231	78,42979	63674,2	252,3375
4	6707,475	81,89918	62652,25	250,3043
5	6342,161	79,63768	61516,09	248,0244
6	7936,698	89,08815	62985,07	250,9683
7	9264,683	96,25322	61930,55	248,8585
8	10620,4	103,0553	60971,46	246,924
9	11864,68	108,9251	62550,28	250,1005
10	12702,99	112,7075	61346,69	247,6826

Tabel 6. 3 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2012 periode 1

2012-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	2602,854	51,01817	41799,88	204,4502
2	2810,893	53,01786	33610,1	183,3306
3	2745,137	52,39405	31874,36	178,5339
4	2685,347	51,82033	32661,88	180,726
5	2988,332	54,66564	32787,43	181,073
6	3332,47	57,72755	32002,01	178,8911
7	3905,044	62,49035	32801,63	181,1122

2012-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
8	4300,887	65,58114	32704,29	180,8433
9	4799,164	69,276	33603,67	183,313
10	5250,932	72,46331	33016,66	181,7049

Tabel 6. 4 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2013 periode 1

2013-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest.	RMSEtest
1	5981,563	77,34056	37259,53	193,0273
2	5890,354	76,74864	29104,74	170,6011
3	5919,454	76,93799	27890,25	167,0038
4	5695,863	75,47094	28721,03	169,4728
5	5775,713	75,99811	28183,34	167,8789
6	6027,63	77,63781	27679,25	166,3708
7	6342,418	79,6393	27597,09	166,1237
8	6878,412	82,93619	27518,83	165,888
9	7349,68	85,73027	27910,08	167,0631
10	7850,229	88,60152	28480,26	168,7609

Tabel 6. 5 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2013 periode 2

2013-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	55629,17	235,8584	311567	558,1818
2	53586,72	231,4881	245924,6	495,9078
3	56553,56	237,8099	173287,8	416,2785

2013-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
4	62209,5	249,4183	188123,7	433,7323
5	65558,05	256,0431	176369	419,9631
6	69172,21	263,0061	167192,4	408,8917
7	71959,54	268,2528	174701,8	417,9735
8	74854,35	273,5952	197250,5	444,129
9	75244,38	274,3071	200532,8	447,8089
10	77234,61	277,9112	218907,4	467,8754

Tabel 6. 6 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2014 periode 1

2014-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	10231,64	101,1515	921931	960,1724
2	10149,54	100,7449	776517,2	881,2021
3	10469,47	102,3204	675983,2	822,182
4	11313,95	106,3671	707382,6	841,0604
5	11242,26	106,0295	687979	829,445
6	13279,63	115,2373	681125,9	825,3035
7	13026,36	114,1331	684147,8	827,1323
8	14759,89	121,4903	669720,2	818,3643
9	17528,99	132,3971	674356,1	821,1919
10	19049,7	138,0207	654961,5	809,2969

Tabel 6. 7 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2014 periode 2

2014-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	9544,354	97,69521	274886,8	524,2965
2	10072,48	100,3618	235878,4	485,6732
3	12377,34	111,2535	219596	468,6107
4	13960,72	118,1555	225820,5	475,2058
5	13616,83	116,6912	218718,8	467,6738
6	13788,94	117,4263	213469,2	462,0273
7	14014,05	118,3809	214943	463,6195
8	15610,17	124,9407	218136,6	467,051
9	17477,45	132,2023	221282,3	470,4066
10	17955,22	133,9971	230944,7	480,5671

Tabel 6. 8 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2015 periode 2

2015-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	13102,14	114,4646	185017,9	430,1371
2	13430,34	115,8894	118728,4	344,5699
3	13302,64	115,3371	98297,6	313,5245
4	15665,26	125,161	68250,58	261,2481
5	18187,42	134,8607	60485,28	245,9375
6	18841,43	137,2641	59650,61	244,2347
7	23374,28	152,8865	62336,34	249,6725
8	26836,36	163,8181	66666,68	258,1989
9	31177,88	176,5726	63818,51	252,6233

2015-2				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
10	34243,55	185,0501	64885,43	254,7262

Tabel 6. 9 Error training dan testing data motor dengan data observasi tahun 2016 periode 1

2016-1				
nilai.k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	4191,74	64,74365	89748	299,5797
2	4037,135	63,53846	64086,79	253,1537
3	4640,824	68,12359	51529,95	227,0021
4	5398,286	73,47303	54321,83	233,0704
5	5493,273	74,11662	52093,78	228,2406
6	5998,419	77,44946	48034,46	219,1676
7	7196,8	84,83396	51400,58	226,717
8	7985,099	89,35938	51094,39	226,0407
9	9095,068	95,36807	53447,09	231,1863
10	10260,43	101,2938	55296,43	235,1519

Dari rincian hasil nilai RMSE pada setiap model pada proses training dan testing, didapatkan analisa untuk menentukan model terbaik pada data motor digunakan nilai RMSE terkecil pada proses testing.

Tabel 6. 10 Error model testing pada data motor

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	8	679,082
2011 – 2	8	246,923
2012 – 1	3	178,533
2013 – 1	8	165,888
2013 – 2	6	408,891

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2014 – 1	10	809,296
2014 – 2	6	462,027
2015 – 2	6	244,234
2016 – 1	6	219,167

Tabel 6. 10 sampai Tabel 6. 9 menjelaskan tentang error yang didapatkan ketika melakukan training dan testing pada data motor. Tabel 6. 10 merupakan ringkasan dari nilai RMSE terkecil pada masing-masing data observasi pada proses testing. Didapatkan jumlah k yang optimal pada data motor adalah 8 dengan mempertimbangkan data observasi 2013 periode 1 dengan nilai RMSE testing sebesar 165,888.

6.1.2. Training dan Testing pada Data Mobil

Hasil dari proses training dan testing pada data mobil adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 11 Error model testing pada data mobil

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	10	189,555
2011 – 2	10	171,159
2012 – 1	6	101,897
2013 – 1	10	112,699
2013 – 2	6	343,210
2014 – 1	9	915,385
2014 – 2	3	130,695
2015 – 2	7	245,288
2016 – 1	10	241,584

Tabel 6.11 menunjukan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari

nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan mobil adalah $k = 6$ dengan nilai RMSE 101,897 dan mempertimbangkan data observasi 2012 periode 1

6.1.3. Training dan Testing pada Data Angkot

Hasil dari proses training dan testing pada data angkot adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 12 Error model testing pada data angkot

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	9	11,661
2011 – 2	7	4,165
2012 – 1	10	4,651
2013 – 1	2	3,568
2013 – 2	10	5,834
2014 – 1	9	3,817
2014 – 2	1	4,035
2015 – 2	9	2,800
2016 – 1	10	2,536

Tabel 6.12 menunjukkan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan angkot adalah $k = 10$ dengan nilai RMSE 2,536 dan mempertimbangkan data observasi 2016 periode 1

6.1.4. Training dan Testing pada Data Bus Besar

Hasil dari proses training dan testing pada data bus besar adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 13 Error model testing pada data bus besar

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	2	1,142
2011 – 2	4	1,294
2012 – 1	1	1,564
2013 – 1	1	1,410
2013 – 2	4	1,916
2014 – 1	10	1,853
2014 – 2	2	1,429
2015 – 2	1	1,729
2016 – 1	1	1,729

Tabel 6.13 menunjukkan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan bus besar adalah $k = 2$ dengan nilai RMSE 1,142 dan mempertimbangkan data observasi 2011 periode 1.

6.1.5. Training dan Testing pada Data Bus Mini

Hasil dari proses training dan testing pada data bus mini adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 14 Error model testing pada data bus mini

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	3	1,906
2011 – 2	9	1,796
2012 – 1	10	1,711
2013 – 1	9	1,674
2013 – 2	1	1,626
2014 – 1	10	1,957
2014 – 2	5	1,831
2015 – 2	4	1,868

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2016 – 1	10	1,740

Tabel 6.14 menunjukkan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan bus mini adalah $k = 1$ dengan nilai RMSE 1,626 dan mempertimbangkan data observasi 2013 periode 2.

6.1.6. Training dan Testing pada Data Mini Truk

Hasil dari proses training dan testing pada data mini truk adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 15 error model testing pada data mini truk

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	1	2,500
2011 – 2	2	2,510
2012 – 1	3	2,150
2013 – 1	4	2,174
2013 – 2	2	2,395
2014 – 1	1	2,500
2014 – 2	2	6,014
2015 – 2	6	3,087
2016 – 1	4	2,310

Tabel 6.15 menunjukkan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan mini truk adalah $k = 3$ dengan nilai RMSE 2,150 dan mempertimbangkan data observasi 2012 periode 1

6.1.7. Training dan Testing pada Data Taksi

Hasil dari proses training dan testing pada data taksi adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 16 Error model testing pada data taksi

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	6	8,781
2011 – 2	1	8,471
2012 – 1	10	5,182
2013 – 1	2	4,490
2013 – 2	9	33,685
2014 – 1	6	7,903
2014 – 2	3	24,578
2015 – 2	4	31,082
2016 – 1	1	11,258

Tabel 6.16 menunjukan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan taksi adalah $k = 2$ dengan nilai RMSE 4,490 dan mempertimbangkan data observasi 2013 periode 1

6.1.8. Training dan Testing pada Data Truk 2 SB

Hasil dari proses training dan testing pada data truk 2 sb adalah masing-masing terdapat 90 model. Untuk menentukan model terbaik pada data, dilihat model terbaik pada proses testing.

Tabel 6. 17 Error model testing pada data truk 2 SB

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2011 – 1	1	1,286
2011 – 2	5	0,866
2012 – 1	1	0,994

Data observasi	nilai k	Error RMSE
2013 – 1	4	0,961
2013 – 2	8	0,731
2014 – 1	1	0,994
2014 – 2	9	0,852
2015 – 2	8	0,806
2016 – 1	1	0,994

Tabel 6.17 menunjukan nilai RMSE terendah pada masing-masing data observasi dengan nilai k yang ada didalamnya. Dari nilai-nilai RMSE tersebut, didapatkan bahwa model terbaik pada proses testing untuk tipe kendaraan motor adalah $k = 8$ dengan nilai RMSE 0,731 dan mempertimbangkan data observasi 2013 periode 2.

6.2 Hasil dan Analisa Model Terbaik

Setelah melakukan proses training dan testing dan didapatkannya nilai error pada setiap model, model terbaik untuk menjadi acuan dalam peramalan didapatkan berdasarkan hasil proses testing, dimana telah diketahui pada proses testing, model terbaik dengan nilai error RMSE paling rendah telah ditetapkan. Lihat Tabel 6. 18

Tabel 6. 18 Hasil error model terbaik

No.	Data	Data observasi	Nilai k optimal	RMSE testing
1.	Motor	2013 – 1	8	165,888
2.	Mobil	2012 – 1	6	101,897
3.	Angkot	2016 – 1	10	2,536
4.	Bus besar	2011 – 1	2	1,142
5.	Bus mini	2013 – 2	1	1,626
6.	Mini truk	2012 – 1	3	2,150
7.	Taksi	2013 – 1	2	4,490
8.	Truk 2 sb	2013 – 2	8	0,731

Tabel 6. 18 Hasil error model terbaik menjelaskan bahwa hasil error terendah pada masing-masing tipe data pada saat proses testing akan digunakan sebagai model terbaik dalam melakukan peramalan tahun 2017 periode 1.

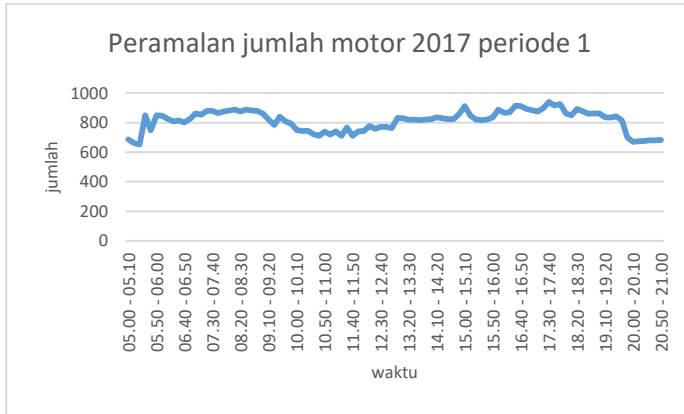
Tabel 6. 19 MAPE model terbaik

No.	Data	MAPE
1.	Motor	16,4%
2.	Mobil	31,3%
3.	Angkot	40,7%
4.	Bus besar	DIV
5.	Bus mini	DIV
6.	Mini truk	DIV
7.	Taksi	47,3%
8.	Truk 2 sb	DIV

Tabel 6.19 adalah error MAPE yang didapatkan pada proses testing, didapatkan bahwa untuk tipe kendaraan motor kemampuan untuk meramalkan baik, sedangkan untuk kendaraan mobil, angkot dan taksi, kemampuan untuk meramalkan layak.

6.3 Hasil dan Analisa Peramalan

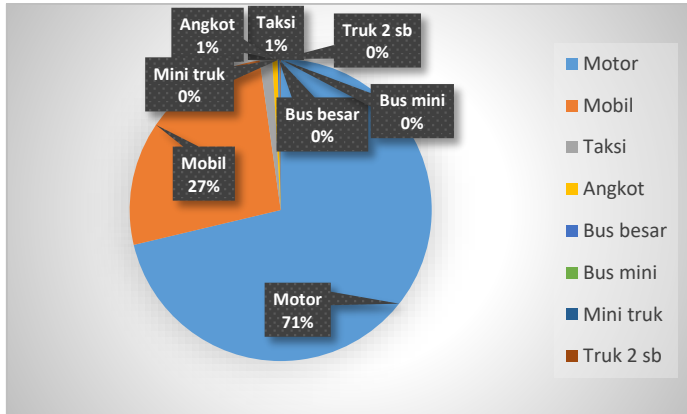
Setelah melakukan peramalan pada masing-masing data, didapatkan hasil peramalan jumlah kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat Surabaya pada tahun 2017 periode 1 yang dapat dilihat pada LAMPIRAN F DATA PERAMALAN.



Gambar 6. 1 Hasil peramalan motor tahun 2017 periode 1

Gambar 6. 1 adalah salah satu grafik hasil peramalan untuk 2017 periode 1 pada data motor. Dari grafik di atas dapat diketahui untuk jumlah kendaraan motor yang akan melintas di jalan Basuki Rahmat mempunyai range dari 580 hingga 961. Selain grafik pada data motor, terdapat grafik hasil peramalan dari tipe-tipe kendaraan lainnya yang dapat dilihat pada LAMPIRAN E HASIL PERAMALAN.

Gambar 6. 2 adalah persentase total kendaraan per masing-masing tipe kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat tahun 2017 periode 1 berdasarkan hasil peramalan.



Gambar 6. 2 Grafik persentase jumlah kendaraan tahun 2017 periode 1

Dari grafik di atas, kendaraan motor masih menjadi persentase terbesar terhadap arus lalu lintas yang ada pada jalan Basuki Rahmat, yaitu 71% pada tahun 2017 periode 1, lalu diikuti oleh persentase mobil yaitu 27% pada tahun 2017 periode 1. Oleh karena itu, dapat dibuat kesimpulan bahwa motor dan mobil adalah 2 tipe kendaraan yang sangat berpengaruh pada arus lalu lintas di jalan Basuki Rahmat Surabaya, melihat bahwa persentase kendaraan lainnya tidak begitu besar.

Dari hasil peramalan yang dilakukan pula, didapatkan hasil bahwa pada tahun 2017 periode 1 ada beberapa tipe kendaraan yang mengalami peningkatan dan ada pula yang mengalami penurunan dilihat berdasarkan perhitungan antara data 2017 periode 1 dengan data histori 2016 periode 2, dijelaskan pada tabel 6.10.

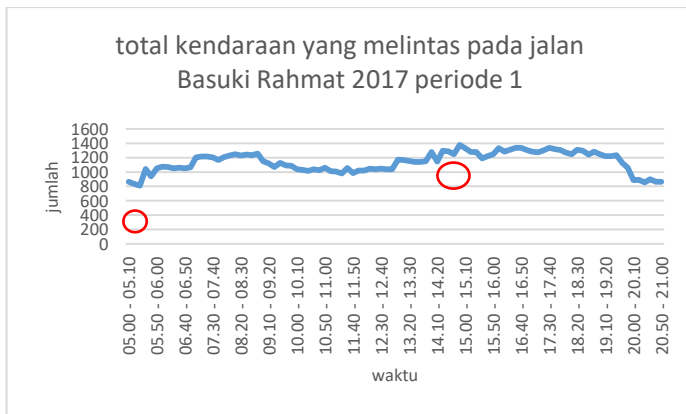
Tabel 6. 20 Peningkatan atau penurunan jumlah kendaraan tahun 2017 periode 1

Tipe kendaraan	Tahun	Keterangan
----------------	-------	------------

	2017-1	2016-2	
Motor	78078	85037	-8%
Mobil	29008	34638	-16%
Taksi	1460	1382	6%
Angkot	626	735	-15%
Bus besar	209	735	-72%
Bus mini	33	154	-79%
Mini truk	32	144	-78%
Truk 2 sb	71	49	45%

Tanda minus (-) pada persentase menandakan tipe kendaraan tersebut mengalami penurunan jumlah kendaraan, sedangkan tanda plus (+) menandakan adanya peningkatan jumlah kendaraan pada tipe kendaraan.

Selain itu, dari total seluruh kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat tahun 2017 periode 1, dapat diketahui waktu terpadat dan waktu tersenggang pada tahun 2017 periode 1. Perhatikan Gambar 6. 3



Gambar 6. 3 Grafik total kendaraan pada jalan Basuki Rahmat tahun 2017 periode 1

Gambar 6. 3 adalah grafik total kendaraan yang melaju di jalan Basuki Rahmat tahun 2017 periode 1. Lingkaran merah yang ditunjukkan pada Gambar 6. 3 adalah tanda untuk menunjukkan waktu terpadat dan waktu tersenggang pada tahun 2017 periode 1.

Minimal kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat adalah 811 kendaraan, sedangkan maksimal kendaraan yang melaju pada jalan Basuki Rahmat adalah 1377 kendaraan. Sehingga dapat diketahui waktu terpadat dan waktu tersenggang pada jalan tersebut, ditunjukkan pada tabel Tabel 6. 21

Tabel 6. 21 Analisa waktu terpadat dan tersenggang

Waktu terpadat	Waktu tersenggang
14.50 – 15.00	05.20 – 05.30

Analisa berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 6.4, didapatkan hasil bahwa waktu terpadat arus lalu lintas pada jalan Basuki Rahmat adalah pukul 14.50 – 15.00. Sedangkan waktu tersenggang arus lalu lintas pada jalan Basuki Rahmat adalah pukul 05.20 hingga pukul 05.30.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Terdapat beberapa kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan, diantaranya adalah:

1. Metode K-Nearest Neighbor dapat digunakan untuk mendapatkan hasil peramalan arus lalu lintas jangka pendek dari Jalan Basuki Rahmat Surabaya.
2. Ekstraksi informasi sebagai input model pada K-Nearest Neighbor dibedakan berdasarkan tipe kendaraan. Terdapat 8 tipe kendaraan, sehingga data mentah yang didapatkan pada Dinas Perhubungan akan dipecah menurut tipe kendaraan.
3. Input data untuk menerapkan K-Nearest Neighbor adalah data jumlah kendaraan pada masing-masing tipe kendaraan pada tahun 2011 hingga tahun 2016.
4. Parameter untuk melakukan peramalan adalah nilai k optimal dan jarak optimal untuk mendapatkan output data peramalan.
5. Performa yang dihasilkan dari penerapan K-Nearest Neighbor untuk menyelesaikan peramalan arus lalu lintas jangka pendek dengan mempertimbangkan pola kemiripan arus lalu lintas data histori dan nilai k yang optimal berbeda-beda pada masing-masing data tipe kendaraan.
6. Berdasarkan model terbaik pada masing-masing data diantaranya setelah melakukan penelitian, nilai k yang optimal untuk masing-masing data adalah $k=8$ dengan error RMSE 165,888 untuk model terbaik motor, $k=6$ dengan error 101,897 untuk model mobil, $k=10$ dengan error 2,536 untuk model angkot, $k=2$ dengan error 1,142 pada model bus besar, $k=1$ dengan error 1,626

pada model bus mini, $k=3$ dengan error 2,150 pada model mini truk, $k=2$ dengan error 4,490 pada model taksi, dan $k=8$ dengan error 0,731 untuk model truk 2 SB.

7.2 Saran

Setelah menyelesaikan penelitian ini, penulis menyarankan beberapa hal untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk mencoba data menggunakan data time series, maka performa KNN akan lebih maksimal.
2. Menggunakan tools lain untuk menguji performa KNN, salah satunya menggunakan MATLAB.
3. Menentukan nilai k sangat berpengaruh pada hasil peramalan, semakin besar nilai k belum tentu didapatkan hasil yang lebih baik karena nilai k semakin besar maka kesalahan atau tingkat error akan berangsur-angsur mengalami peningkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Erawan, “10 Kota Paling Macet di Indonesia,” 24 Oktober 2014. [Online]. Available: <http://www.rumah.com/berita-properti/2014/10/69651/10-kota-paling-macet-di-indonesia>. [Diakses 19 Februari 2017].
- [2] A. Bramastra, “Duh, Indonesia Borong Daftar 10 Kota Termacet di Dunia, Adakah Kota Anda Tinggal?,” 17 September 2016. [Online]. Available: <http://suryamalang.tribunnews.com/2016/09/17/duh-indonesia-borong-daftar-10-kota-termacet-di-dunia-adakah-kota-anda-tinggal>. [Diakses 19 Februari 2017].
- [3] Jawa Pos, “Jawa Pos,” 01 Desember 2014. [Online]. Available: <http://www2.jawapos.com/baca/artikel/9796/kendaraan-di-surabaya-tambah-17-ribu-lebih-sebulan>. [Diakses 25 September 2016].
- [4] B. W. Taylor III, Introduction to Management Science, Ninth Edition, Virginia Polytechnic Institute and State University: Prentice Hall, 2006.
- [5] F. G. Habtemichael dan M. Cetin, “Short-term traffic flow rate forecasting based on identifying similar traffic patterns,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 66, pp. 61-78, 2016.
- [6] L. Zhang, Q. Liu, W. Yang, N. Wei dan D. Dong, “An Improved K-Nearest Neighbor Model for Short-term

- Traffic Flow Prediction,” *International Conference of Transportation Professionals*, vol. 96, pp. 653-662, 2013.
- [7] H. Xiaoyu, W. Yisheng dan H. Siyu, “Short-term flow forecasting based on two-tier k-nearest neighbor algoritm,” *International Conference of Transportation Professionals*, vol. 13, no. 1, pp. 2329-2536, 2013.
- [8] P. Cai, Y. Wang, G. Lu, P. Chen, C. Ding dan J. Sun, “A spatiotemporal correlative k-nearest neighbor model for short-term traffic multistep forecasting,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 62, pp. 21-34, 2016.
- [9] Arief, “Teknik Peramalan,” 14 Januari 2013. [Online]. Available: <http://informatika.web.id/teknik-peramalan.htm>. [Diakses 26 September 2016].
- [10] P. C. Chang, Y. W. Wang dan C. H. Liu, “The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting,” *Expert Systems with Applications*, pp. 86-96, 2007.
- [11] M. Nigel, “A comparison of the accuracy of short term foreign exchange forecasting methods,” *International Journal of Forecasting*, vol. 18, no. 1, pp. 67-83, 2002.
- [12] Analytics Vidhya, “Best way to learn kNN Algorithm using R Programming,” 19 Agustus 2015. [Online]. Available: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2015/08/learning-concept-knn-algorithms-programming/>. [Diakses 15 Mei 2017].

- [13] Dr. Saed Sayad, “K Nearest Neighbors - Regression,” [Online]. Available: http://www.saedsayad.com/k_nearest_neighbors_reg.htm. [Diakses 17 Mei 2017].
- [14] A. D. Tiaratuti dan S. Sudaryanto, M.Kom, “IMPLEMENTASI METODE K-NEAREST NEIGHBOR DALAM PERAMALAN PENJUALAN MOBIL PADA PT BENGAWAN ABADI MOTOR”.
- [15] R. Hutami dan E. Z. Astuti, “IMPLEMENTASI METODE K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PREDIKSI PENJUALAN FURNITURE PADA CV. OCTO AGUNG,” *Dokumen Karya Ilmiah / Tugas Akhir / Program Studi Teknik Informatika - S1 / Fakultas Ilmu Komputer / Universitas Dian Nuswantoro Semarang*, 2016.
- [16] stack exchange, “knn.reg utilisation in R,” [Online]. Available: <https://stats.stackexchange.com/questions/73911/knn-reg-utilisation-in-r>. [Diakses 01 Juni 2017].
- [17] A. S. Amiun, “Pengertian analisa data, tujuan dan tekniknya,” Informasi Ahli, 2016. [Online]. Available: <http://www.informasiahli.com/2015/08/pengertian-analisis-data-tujuan-dan-tekniknya.html>. [Diakses 05 Oktober 2016].
- [18] Meta Stack Exchange, “How to normalize data to 0-1 range?,” [Online]. Available: <https://stats.stackexchange.com/questions/70801/how-to-normalize-data-to-0-1-range>. [Diakses 01 Juni 2017].

- [19] Stack Overflow, “Use a KNN-regression algorithm in R,” [Online]. Available: <https://stackoverflow.com/questions/38072340/use-a-knn-regression-algorithm-in-r>. [Diakses 05 Juni 2017].
- [20] D. Dalpiaz, “Chapter 10 k-Nearest Neighbors,” [Online]. Available: <https://daviddalpiaz.github.io/r4sl/k-nearest-neighbors.html#regression>. [Diakses 10 Juni 2017].
- [21] stack overflow, “r - Prediction for new observation in knn,” [Online]. Available: <https://stackoverflow.com/questions/37824514/r-prediction-for-new-observation-in-knn>. [Diakses 20 Mei 2017].
- [22] wikiHow, “Cara Menghitung Persentase Kenaikan,” [Online]. Available: <http://id.wikihow.com/Menghitung-Persentase-Kenaikan>. [Diakses 19 Juni 2017].
- [23] Math is fun, “Percentage Change,” [Online]. Available: <http://www.mathsisfun.com/numbers/percentage-change.html>. [Diakses 19 Juni 2017].
- [24] Z. Zheng dan D. Su, “Short-term traffic volume forecasting: a K-nearest neighbor approach enhanced by constrained linearly sewing principle component,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 43, no. 1, pp. 143-157, 2014.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Serang pada tanggal 12 bulan April tahun 1995. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempul Pendidikan formal pada SDN Serdang II, SMPIT Raudhatul Jannah dan SMAN Cahaya Madani Banten Boarding School dan kini menepuh pendidikan perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada Departemen Sistem Informasi tahun 2013 dengan jalur undangan dengan nomor induk (NRP) 5213100029. Selama perkuliahan, penulis aktif di organisasi dan kepanitiaan, antara lain menjadi staff SRD di BEM FTIF dan staff ahli di SRD BEM FTIF, sebagai staff Film Festival acara ITS Expo dan juga menjadi staff bagian Dokumentasi dan Publikasi IS EXPO.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A DATA MENTAH

Data yang dilampirkan pada tabel A-1.1 adalah data tahun 2016 periode 2, salah satu contoh data mentah yang penulis dapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

Tabel A-1. 1 Data mentah tahun 2016 periode 2

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
05.00 - 05.10	452	389	7	12	0	5	0	0	0
05.10 - 05.20	507	351	4	8	0	3	0	0	0
05.20 - 05.30	825	327	9	5	1	7	0	0	0
05.30 - 05.40	517	368	11	13	0	5	0	1	0
05.40 - 05.50	833	392	9	9	1	9	0	0	0
05.50 - 06.00	449	401	13	8	0	7	0	1	1
06.00 - 06.10	678	428	10	12	2	7	0	1	0
06.10 - 06.20	892	492	8	9	0	3	0	0	0
06.20 - 06.30	708	387	11	15	0	8	0	0	1
06.30 - 06.40	617	351	15	8	1	5	0	0	0
06.40 - 06.50	529	425	9	5	0	11	0	1	0
06.50 - 07.00	545	439	7	8	0	9	0	0	0
07.00 - 07.10	862	427	5	10	0	9	0	0	0
07.10 - 07.20	889	441	9	7	1	4	0	1	1

A-2

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
07.20 - 07.30	601	472	12	5	0	2	0	0	0
07.30 - 07.40	778	464	9	9	2	1	0	1	1
07.40 - 07.50	845	435	7	5	1	4	1	1	0
07.50 - 08.00	869	446	9	3	1	6	0	1	0
08.00 - 08.10	972	459	9	11	1	8	0	0	0
08.10 - 08.20	1191	471	5	9	0	4	0	1	0
08.20 - 08.30	808	482	5	7	1	11	0	0	0
08.30 - 08.40	912	392	2	5	0	8	0	1	1
08.40 - 08.50	824	409	4	7	1	5	0	0	0
08.50 - 09.00	929	418	2	3	1	5	1	1	0
09.00 - 09.10	718	168	5	15	0	5	0	2	2
09.10 - 09.20	880	199	4	18	1	3	1	0	0
09.20 - 09.30	717	202	10	9	0	9	0	3	0
09.30 - 09.40	798	165	3	20	0	7	0	0	0
09.40 - 09.50	891	178	11	5	1	11	0	1	0
09.50 - 10.00	813	159	4	11	1	6	1	0	1
10.00 - 10.10	888	170	9	11	1	3	0	2	0
10.10 - 10.20	913	181	7	5	2	4	1	0	0

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
10.20 - 10.30	856	205	3	12	2	7	1	1	1
10.30 - 10.40	817	171	10	6	1	2	0	0	0
10.40 - 10.50	881	175	5	6	0	10	0	0	0
10.50 - 11.00	905	180	8	10	1	7	0	0	0
11.00 - 11.10	820	161	11	5	0	4	0	2	0
11.10 - 11.20	786	172	9	6	2	3	0	2	1
11.20 - 11.30	811	187	10	4	2	4	1	2	0
11.30 - 11.40	767	159	12	4	0	3	0	0	0
11.40 - 11.50	809	124	12	6	1	5	1	1	0
11.50 - 12.00	795	137	11	5	2	6	0	2	0
12.00 - 12.10	654	144	10	6	0	5	0	2	0
12.10 - 12.20	520	155	11	6	0	4	0	2	0
12.20 - 12.30	533	123	10	5	2	4	1	0	0
12.30 - 12.40	630	130	9	7	1	4	1	3	0
12.40 - 12.50	670	147	12	5	2	3	0	2	0
12.50 - 13.00	541	138	11	6	2	3	0	2	0
13.00 - 13.10	967	321	8	20	4	6	1	2	0

A-4

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
13.10 - 13.20	972	462	6	23	2	8	2	3	1
13.20 - 13.30	983	441	6	16	2	5	1	2	1
13.30 - 13.40	1023	399	7	17	3	7	0	4	2
13.40 - 13.50	1054	421	5	21	6	8	1	2	0
13.50 - 14.00	972	321	6	26	2	8	2	2	0
14.00 - 14.10	973	576	8	21	2	4	1	2	0
14.10 - 14.20	996	421	6	28	1	3	2	4	0
14.20 - 14.30	954	782	7	20	2	2	1	2	0
14.30 - 14.40	1023	501	6	21	2	4	1	6	0
14.40 - 14.50	1116	563	6	22	3	3	2	2	0
14.50 - 15.00	1027	605	5	23	2	2	1	4	0
15.00 - 15.10	1164	492	8	25	2	2	1	2	0
15.10 - 15.20	1123	468	6	21	1	3	0	2	0
15.20 - 15.30	963	483	9	22	2	5	1	4	0
15.30 - 15.40	1008	412	6	22	2	5	0	2	0
15.40 - 15.50	1195	520	6	28	0	4	1	3	0
15.50 - 16.00	1185	410	7	23	2	5	1	2	0
16.00 - 16.10	1221	481	17	28	2	6	1	4	1

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
16.10 - 16.20	1156	501	12	21	2	4	2	2	2
16.20 - 16.30	1143	491	8	23	3	3	2	3	0
16.30 - 16.40	1212	482	7	24	2	3	2	2	0
16.40 - 16.50	1196	491	6	21	1	4	3	2	0
16.50 - 17.00	1110	472	16	24	3	6	2	2	1
17.00 - 17.10	1263	386	16	21	4	6	6	4	0
17.10 - 17.20	1254	421	8	28	3	2	2	2	2
17.20 - 17.30	1121	471	7	24	2	3	3	4	2
17.30 - 17.40	1118	563	9	24	4	4	4	2	0
17.40 - 17.50	963	431	7	28	3	3	3	2	1
17.50 - 18.00	1008	471	6	24	2	5	5	4	0
18.00 - 18.10	1062	461	8	24	4	5	5	3	0
18.10 - 18.20	986	392	7	22	2	1	1	3	0
18.20 - 18.30	1126	470	9	18	4	2	2	4	1
18.30 - 18.40	1007	431	9	16	3	4	4	2	1
18.40 - 18.50	965	385	8	17	2	3	3	2	0
18.50 - 19.00	994	402	7	19	2	3	3	2	2

A-6

Waktu (Interval 10 menit)	M	MP	A	T	B M	P	M T	B B	T 2
19.00 - 19.10	866	361	6	18	3	6	6	4	1
19.10 - 19.20	972	345	7	19	2	3	3	4	1
19.20 - 19.30	891	395	7	21	2	2	2	3	2
19.30 - 19.40	925	401	6	23	4	1	1	2	3
19.40 - 19.50	975	325	8	16	3	5	5	2	1
19.50 - 20.00	899	299	6	19	3	4	4	3	0
20.00 - 20.10	671	241	2	11	2	7	7	3	2
20.10 - 20.20	782	306	3	14	3	8	8	4	3
20.20 - 20.30	894	295	1	15	2	7	7	3	1
20.30 - 20.40	782	202	3	13	1	7	7	2	1
20.40 - 20.50	682	381	2	12	1	6	6	2	4
20.50 - 21.00	650	291	1	10	2	6	6	4	3

Keterangan:

M	= Motor
MP	= Mobil Pribadi
A	= Angkot
T	= Taksi
BM	= Bus Mini
BB	= Bus Besar
MT	= Mini Truk
T2	= Truk 2 SB

LAMPIRAN B DATA NORMALISASI

Tabel A-2.1 adalah hasil normalisasi dari data kendaraan motor.

Tabel A-2. 1 Hasil normalisasi pada data motor

Waktu	2011	2011	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2016	2016
	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2
05.00 - 05.10	0,032	0	0,082	0,077	0,327	0,134	0,106	0,343	0,082	0,077
05.10 - 05.20	0,068		0,353	0,124	0,843	0,379	0,667	0,791	0,876	0,386
05.20 - 05.30	0,019	0,010	0,088	0,069	0,374	0,173	0,145	0,339	0,095	0,091
05.30 - 05.40	0,034	0,098	0,088	0,080	0,641	0,333	0,621	0,869	0,948	0,765
05.40 - 05.50	0,059	0,016	0,000	0,075	0,410	0,272	0,191	0,346	0,165	0,174
05.50 - 06.00	0,008	0,047	0,091	0,055	0,458	0,094	0,373	0,928	0,752	0,902
06.00 - 06.10	0,067	0,044	0,005	0,087	0,011	0,067	0,076	0,352	0,156	0,094
06.10 - 06.20	0,071	0,070	0,088	0,005	0,503	0,045	0,060	0,1515	0,8686	0,379
06.20 - 06.30	0,02	0,06	0,02	0,09	0,03	0,01	0,01	0,07	0,03	0,09
06.30 - 06.40	0,011	0,061	0,015	0,095	1	0,020	0,0367	0,0345	0,0193	0,0176
06.40 - 06.50	0,011	0,069	0,081	0,094		0,039	0,032	0,0909	0,0987	0,0993
06.50 - 07.00	0,01	0,09	0,07	0,08		0,02	0,08	0,08	0,07	0,03
07.00 - 07.10	0,066	0,078	0,036	0,015	0,0472	0,029	0,014	0,0347	0,0188	0,0076
07.10 - 07.20	0,027	0,043	0,073	0,055	0,41	0,054	0,11	0,97	0,49	0,60
07.20 - 07.30	0,05	0,01	0,02	0,06	0,08	0,02	0,08	0,04	0,07	0,01
07.30 - 07.40	0,0388	0,099	0,043	0,018	0,04	0,0273	0,0452	0,0333	0,02	0,0136
07.40 - 07.50	0,049	0,08	0,00	0,095		0,020	0,081	0,085		0,047
07.50 - 08.00	0,07	0,05	0,07	0,04		0,03		0,06		0,01
08.00 - 08.10	0,0373	0,0102	0,046	0,065	0,0469	0,0281	0,066	0,025	0,017	0,0192
08.10 - 08.20	0,085	0,074	0,014	0,049	0,02	0,083	0,066	0,049	0,025	0,041
08.20 - 08.30	0,06	0,05	0,04				0,07		0,05	0,08

B-2

Waktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
06.20 - 06.30	0,3 86 40 5	0,1 22 35 3	0,1 47 97 4	0,2 17 77 8	0,4 99 86 9	0,2 72 41 8	0,4 87 32	0,3 21 56 9	0,2 26 14 4	0,1 44 31 4
06.30 - 06.40	0,3 98 17	0,1 36 47 1	0,1 50 32 7	0,2 05 22 9	0,4 57 51 6	0,2 98 82 4	0,4 74 77 1	0,3 14 51	0,2 52 28 8	0,1 20 52 3
06.40 - 06.50	0,3 57 12 4	0,1 49 02	0,1 53 98 7	0,2 20 91 5	0,3 79 86 9	0,2 99 60 8	0,4 70 06 5	0,3 20 26 1	0,2 30 85	0,0 97 51 6
06.50 - 07.00	0,4 09 15	0,1 61 30 7	0,1 62 87 6	0,1 65 49	0,4 03 66	0,2 72 68	0,4 19 86 9	0,3 16 60 1	0,2 46 27 5	0,1 01 69 9
07.00 - 07.10	0,3 98 43 1	0,1 59 21 6	0,1 70 19 6	0,1 72 54 9	0,3 61 04 6	0,3 22 61 4	0,3 30 71 9	0,2 99 34 6	0,3 09 28 1	0,1 84 57 5
07.10 - 07.20	0,3 75 16 3	0,1 71 50 3	0,1 75 94 8	0,1 91 11 1	0,3 61 04 6	0,3 38 30 1	0,3 13 72 5	0,2 92 02 6	0,3 10 06 5	0,1 91 63 4
07.20 - 07.30	0,4 12 02 6	0,1 83 26 8	0,1 76 47 1	0,1 80 13 1	0,3 2	0,3 72 28 8	0,3 69 93 5	0,2 93 85 6	0,3 18 95 4	0,1 16 34
07.30 - 07.40	0,3 90 85	0,1 92 68	0,1 79 60 8	0,1 83 00 7	0,3 42 22 2	0,3 17 38 6	0,3 94 77 1	0,3 03 00 7	0,2 94 37 9	0,1 62 61 4
07.40 - 07.50	0,4 02 09 2	0,2 03 39 9	0,1 83 26 8	0,1 89 02	0,4 02 61 4	0,3 93 20 3	0,3 54 24 8	0,3 32 02 6	0,2 99 60 8	0,1 80 13 1

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
07.5 0 - 08.0 0	0,4 07 05 9	0,2 06 79 7	0,1 92 68	0,1 94 24 8	0,3 89 28 1	0,4 48 10 5	0,3 43 52 9	0,3 32 54 9	0,2 98 30 1	0,1 86 40 5
08.0 0 - 08.1 0	0,3 72 54 9	0,1 93 98 7	0,2 06 01 3	0,1 97 64 7	0,3 39 86 9	0,4 53 33 3	0,4 16 73 2	0,2 83 13 7	0,2 94 11 8	0,2 13 33 3
08.1 0 - 08.2 0	0,3 84 05 2	0,1 85 88 2	0,2 15 68 6	0,1 98 69 3	0,2 33 98 7	0,4 81 56 9	0,3 85 35 9	0,2 04 44 4	0,2 98 82 4	0,2 70 58 8
08.2 0 - 08.3 0	0,3 61 04 6	0,1 97 64 7	0,2 19 86 9	0,1 96 60 1	0,4 58 82 4	0,4 84 44 4	0,3 35 94 8	0,1 91 37 3	0,3 24 44 4	0,1 70 45 8
08.3 0 - 08.4 0	0,3 70 19 6	0,1 75 42 5	0,2 20 39 2	0,1 93 72 5	0,3 29 93 5	0,5 11 89 5	0,3 67 32 5	0,1 93 72 5	0,3 13 98 7	0,1 97 64 7
08.4 0 - 08.5 0	0,3 91 37 3	0,1 64 70 6	0,2 23 26 8	0,1 74 37 9	0,4 70 06 5	0,5 09 28 1	0,3 49 02 2	0,1 85 88 2	0,3 07 45 1	0,1 74 64 1
08.5 0 - 09.0 0	0,4 07 32	0,1 56 86 3	0,2 24 05 2	0,1 88 23 5	0,3 00 39 2	0,4 76 60 1	0,3 65 75 2	0,1 60 26 1	0,3 11 89 5	0,2 02 09 2
09.0 0 - 09.1 0	0,3 67 84 3	0,1 22 09 2	0,2 15 16 3	0,1 91 89 5	0,3 08 23 5	0,5 19 73 9	0,3 04 57 5	0,1 49 02	0,2 76 34	0,1 46 92 8
09.1 0 -	0,3 99	0,0 93	0,1 79	0,1 97	0,3 18	0,5 42	0,2 94	0,1 45	0,2 84	0,1 89

B-4

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
09.2 0	73 9	07 2	86 9	38 6	95 4	22 2	11 8	62 1	18 3	28 1
09.2 0 - 09.3 0	0,3 95 81 7	0,1 05 88 2	0,1 70 71 9	0,1 96 60 1	0,2 99 60 8	0,5 81 17 6	0,2 93 07 2	0,1 41 17 6	0,2 54 37 9	0,1 46 66 7
09.3 0 - 09.4 0	0,3 61 56 9	0,0 98 30 1	0,1 88 49 7	0,1 85 35 9	0,3 52 15 7	0,5 31 76 5	0,2 64 57 5	0,1 44 57 5	0,2 50 19 6	0,1 67 84 3
09.4 0 - 09.5 0	0,3 78 56 2	0,0 92 81	0,1 81 69 9	0,1 89 02	0,3 23 92 2	0,4 75 03 3	0,3 02 22 2	0,1 48 23 5	0,2 51 76 5	0,1 92 15 7
09.5 0 - 10.0 0	0,3 74 11 8	0,0 92 28 8	0,1 71 50 3	0,1 77 25 5	0,3 44 31 4	0,4 55 42 5	0,2 90 71 9	0,1 45 09 8	0,2 71 63 4	0,1 71 76 5
10.0 0 - 10.1 0	0,3 71 24 2	0,0 85 22 9	0,1 65 49	0,1 71 24 2	0,1 87 71 2	0,4 80 26 1	0,3 19 47 7	0,1 26 53 6	0,2 49 15	0,1 91 37 3
10.1 0 - 10.2 0	0,3 58 69 3	0,0 82 35 3	0,1 53 72 5	0,1 43 79 1	0,2 23 26 8	0,5 17 90 8	0,2 88 88 9	0,1 51 37 3	0,2 55 94 8	0,1 97 90 8
10.2 0 - 10.3 0	0,3 78 82 4	0,0 86 27 5	0,1 40 39 2	0,1 64 96 7	0,1 98 43 1	0,5 33 85 6	0,2 49 67 3	0,1 52 94 1	0,2 41 30 7	0,1 83 00 7
10.3 0 - 10.4 0	0,3 80 91 5	0,0 90 19 6	0,1 25 22 9	0,1 51 11 1	0,2 42 87 6	0,4 82 61 4	0,2 80 52 3	0,1 48 23 5	0,2 34 77 1	0,1 72 81
10.4 0 -	0,3 72 81	0,0 72	0,1 10	0,1 55	0,2 42	0,4 84	0,3 14	0,1 35	0,2 21	0,1 89

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
10.5 0		15 7	58 8	55 6	87 6	70 6	77 1	94 8	96 1	54 2
10.5 0 - 11.0 0	0,3 84 05 2	0,0 74 51	0,1 16 60 1	0,1 42 74 5	0,2 08 88 9	0,4 76 60 1	0,3 39 86 9	0,1 50 32 7	0,2 27 19	0,1 95 81 7
11.0 0 - 11.1 0	0,3 87 19	0,0 77 38 6	0,1 10 58 8	0,1 45 09 8	0,2 68 75 8	0,5 42 22 2	0,3 17 90 8	0,1 55 55 6	0,2 86 53 6	0,1 73 59 5
11.1 0 - 11.2 0	0,4 07 58 2	0,0 75 03 3	0,1 12 94 1	0,1 41 69 9	0,3 00 91 5	0,5 33 85 6	0,2 98 56 2	0,1 54 77 1	0,2 57 77 8	0,1 64 70 6
11.2 0 - 11.3 0	0,3 98 95 4	0,0 70 58 8	0,1 13 46 4	0,1 30 98	0,3 07 97 4	0,5 23 66	0,2 91 50 3	0,1 58 69 3	0,2 29 80 4	0,1 71 24 2
11.3 0 - 11.4 0	0,4 09 41 2	0,0 69 28 1	0,1 02 22 2	0,1 19 21 6	0,3 90 58 8	0,4 82 09 2	0,2 84 70 6	0,1 65 22 9	0,2 44 18 3	0,1 59 73 9
11.4 0 - 11.5 0	0,4 07 05 9	0,0 72 15 7	0,0 97 77 8	0,1 33 59 5	0,2 90 45 8	0,4 89 93 5	0,3 16 86 3	0,1 58 43 1	0,2 50 19 6	0,1 70 71 9
11.5 0 - 12.0 0	0,3 85 35 9	0,0 66 40 5	0,0 95 68 6	0,1 46 92 8	0,3 79 34 6	0,4 80 52 3	0,2 92 81 3	0,1 61 56 9	0,2 74 24 8	0,1 67 05 9
12.0 0 - 12.1 0	0,3 86 66 7	0,0 69 80 4	0,1 36 20 9	0,1 54 77 1	0,2 23 52 9	0,5 60 52 3	0,3 41 69 9	0,1 47 97 4	0,2 67 71 2	0,1 30 19 6

B-6

Waktu	2011_1	2011_2	2012_1	2013_1	2013_2	2014_1	2014_2	2015_2	2016_1	2016_2
12.10 - 12.20	0,407582	0,073203	0,137788	0,150588	0,202353	0,579085	0,293869	0,1399	0,254379	0,095163
12.20 - 12.30	0,398693	0,070853	0,142484	0,171503	0,213595	0,542222	0,316863	0,125229	0,24183	0,098562
12.30 - 12.40	0,410458	0,07451	0,16183	0,16549	0,294118	0,573595	0,318431	0,133595	0,228758	0,123922
12.40 - 12.50	0,411765	0,078431	0,168105	0,171242	0,288216	0,479215	0,268235	0,13697	0,223007	0,134379
12.50 - 13.00	0,399216	0,07372	0,163922	0,156863	0,233203	0,4873250	0,291503	0,12935	0,246013	0,100654
13.00 - 13.10	0,407843	0,128627	0,16889	0,16836	0,29045	0,392418	0,31686	0,170196	0,226144	0,212026
13.10 - 13.20	0,399216	0,1389	0,172549	0,175163	0,30980	0,385621	0,32549	0,223791	0,223791	0,21333
13.20 - 13.30	0,397124	0,16366	0,17516	0,17777	0,21202	0,375948	0,285752	0,24732	0,22392	0,216209
13.30 - 13.40	0,41098	0,16679	0,18248	0,18013	0,20784	0,42666	0,31032	0,22326	0,21647	0,22666
0		7	4	1	3	7	7	8	1	7

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
13.4 0 - 13.5 0	0,3 75 42 5	0,1 27 05 9	0,1 90 06 5	0,1 78 30 1	0,2 08 10 5	0,3 93 46 4	0,3 12 15 7	0,2 16 73 2	0,2 24 57 5	0,2 34 77 1
13.5 0 - 14.0 0	0,4 00 26 1	0,1 26 53 6	0,1 80 13 1	0,1 65 49	0,1 87 97 4	0,3 80 65 4	0,2 89 93 5	0,2 02 87 6	0,2 23 26 8	0,2 13 33 3
14.0 0 - 14.1 0	0,3 97 90 8	0,1 25 22 9	0,1 65 49	0,1 71 24 2	0,2 05 75 2	0,4 60 13 1	0,2 17 77 8	0,2 30 85	0,1 99 47 7	0,2 13 59 5
14.1 0 - 14.2 0	0,4 07 05 9	0,1 26 79 7	0,1 61 83	0,1 74 64 1	0,1 72 81	0,4 75 81 7	0,2 81 04 6	0,2 15 68 6	0,2	0,2 19 60 8
14.2 0 - 14.3 0	0,3 63 92 2	0,1 28 62 7	0,1 68 62 7	0,1 69 41 2	0,1 85 35 9	0,4 54 11 8	0,2 85 49	0,2 71 11 1	0,2 00 78 4	0,2 08 62 7
14.3 0 - 14.4 0	0,3 82 48 4	0,1 24 44 4	0,1 75 42 5	0,1 71 24 2	0,1 98 95 4	0,4 63 26 8	0,3 09 28 1	0,2 21 69 9	0,1 97 38 6	0,2 26 66 7
14.4 0 - 14.5 0	0,4 08 88 9	0,1 27 84 3	0,1 72 28 8	0,1 74 90 2	0,2 43 92 2	0,4 73 20 3	0,2 64 31 4	0,2 83 39 9	0,1 78 03 9	0,2 50 98
14.5 0 - 15.0 0	0,3 92 68 0	0,1 29 67 3	0,1 67 58 2	0,1 80 91 5	0,1 60 52 3	0,4 80 78 4	0,2 86 53 6	0,2 57 25 5	0,2	0,2 27 71 2
15.0 0 -	0,3 85	0,1 61 83	0,1 62	0,1 69 15	0,0 58	0,5 34	0,3 40	0,2 27 19	0,2 35	0,2 63

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
15.1 0	88 2		61 4		82 4	90 2	65 4		29 4	52 9
15.1 0 - 15.2 0	0,3 70 71 9	0,1 64 44 4	0,1 68 88 9	0,1 62 87 6	0,2 34 77 1	0,5 6	0,3 36 73 2	0,3 03 26 8	0,2 19 34 6	0,2 52 81
15.2 0 - 15.3 0	0,3 61 30 7	0,1 66 53 6	0,1 71 50 3	0,1 68 88 9	0,2 31 37 3	0,5 90 32 7	0,3 34 64 1	0,2 01 04 6	0,2 15 68 6	0,2 10 98
15.3 0 - 15.4 0	0,3 91 89 5	0,1 67 84 3	0,1 70 71 9	0,1 78 56 2	0,2 40 78 4	0,5 73 59 5	0,3 56 60 1	0,2 15 94 8	0,2 15 68 6	0,2 22 74 5
15.4 0 - 15.5 0	0,3 53 98 7	0,1 63 66 4	0,1 82 48 4	0,1 84 83 7	0,2 77 38 6	0,5 60 78 4	0,2 81 56 9	0,2 48 88 9	0,2 16 47 1	0,2 71 63 4
15.5 0 - 16.0 0	0,3 88 23 5	0,1 50 32 7	0,1 78 56 2	0,1 75 94 8	0,3 17 90 8	0,5 54 24 8	0,3 10 85 8	0,2 77 64 7	0,2 27 45 1	0,2 69 02
16.0 0 - 16.1 0	0,4 16 99 3	0,1 64 18 3	0,1 86 14 4	0,1 85 88 2	0,3 33 07 2	0,5 37 25 5	0,3 59 73 9	0,5 33 59 5	0,2 11 76 5	0,2 78 43 1
16.1 0 - 16.2 0	0,3 98 95 4	0,1 66 27 5	0,1 80 65 4	0,1 89 02 4	0,2 81 30 7	0,5 42 48 4	0,3 49 28 1	0,4 39 47 7	0,2 10 45 8	0,2 61 43 8
16.2 0 - 16.3 0	0,4 13 07 2	0,1 73 33 3	0,1 90 85 4	0,1 91 63 4	0,3 30 71 9	0,5 63 66	0,3 6	0,4 55 68 6	0,2 15 94 8	0,2 58 03 9
16.3 0 -	0,4 14	0,1 76	0,1 84	0,2 01	0,1 19	0,5 07	0,3 58	0,4 17	0,2 08	0,2 76

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
16.4 0	37 9	20 9	83 7	56 9	73 9	71 2	69 3	77 8	36 6	07 8
16.4 0 - 16.5 0	0,4 01 56 9	0,1 81 96 1	0,1 94 77 1	0,2 08 10 5	0,1 35 42 5	0,5 01 69 9	0,3 62 09 2	0,3 47 97 4	0,2 10 98	0,2 71 89 5
16.5 0 - 17.0 0	0,4 09 41 2	0,1 86 14 4	0,1 91 63 4	0,2 07 84 3	0,1 24 96 7	0,4 86 01 3	0,3 10 32 7	0,2 52 28 8	0,2 11 50 3	0,2 49 41 2
17.0 0 - 17.1 0	0,3 59 21 6	0,1 56 60 1	0,1 97 64 7	0,2 00 52 3	0,1 22 87 6	0,4 68 23 5	0,2 81 83	0,2 15 68 6	0,2 66 92 8	0,2 89 41 2
17.1 0 - 17.2 0	0,3 44 83 7	0,1 53 20 3	0,2 01 56 9	0,2 14 90 2	0,1 31 50 3	0,4 64 57 5	0,3 22 87 6	0,2 31 89 5	0,2 73 20 3	0,2 87 05 9
17.2 0 - 17.3 0	0,3 38 30 1	0,1 55 81 7	0,1 98 43 1	0,2 21 69 9	0,1 23 39 9	0,4 38 43 1	0,2 83 92 2	0,2 65 88 2	0,2 70 58 8	0,2 52 28 8
17.3 0 - 17.4 0	0,3 56 60 1	0,1 52 94 1	0,1 95 03 3	0,2 20 13 1	0,1 33 85 6	0,4 22 22 2	0,3 01 96 1	0,3 71 50 3	0,2 73 98 7	0,2 51 50 3
17.4 0 - 17.5 0	0,3 44 31 4	0,1 54 77 1	0,1 79 60 8	0,2 14 90 2	0,1 44 05 2	0,4 15 42 5	0,3 06 40 5	0,4 54 37 9	0,2 95 42 5	0,2 10 98
17.5 0 - 18.0 0	0,3 40 39 2	0,1 55 55 6	0,1 83 00 7	0,2 00 52 3	0,1 43 52 9	0,4 25 88 2	0,2 92 02 6	0,4 79 73 9	0,2 88 36 6	0,2 22 74 5

B-10

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
18.0 0 - 18.1 0	0,3 57 38 6	0,1 76 20 9	0,1 85 88 2	0,2 09 15	0,1 29 41 2	0,2 81 04 6	0,2 33 98 7	0,2 76 60 1	0,1 55 29 4	0,2 36 86 3
18.1 0 - 18.2 0	0,3 80 65 4	0,1 78 30 1	0,1 79 60 8	0,2 00 52 3	0,0 91 24 2	0,2 78 17	0,2 16 20 9	0,2 52 28 8	0,1 73 33 3	0,2 16 99 3
18.2 0 - 18.3 0	0,3 6	0,1 81 96 1	0,1 84 05 2	0,1 94 24 8	0,0 95 94 8	0,3 06 92 8	0,2 13 33 3	0,2 99 34 6	0,1 69 93 5	0,2 53 59 5
18.3 0 - 18.4 0	0,3 83 00 7	0,2 36 34	0,1 71 50 3	0,1 71 76 5	0,0 99 34 6	0,3 11 37 3	0,2 21 96 1	0,2 15 94 8	0,1 74 90 2	0,2 22 48 4
18.4 0 - 18.5 0	0,3 72 81	0,2 43 39 9	0,1 75 16 3	0,2 06 27 5	0,0 72 15 7	0,2 86 27 5	0,2 42 35 3	0,2 58 03 9	0,1 72 28 8	0,2 11 50 3
18.5 0 - 19.0 0	0,3 85 09 8	0,2 26 14 4	0,1 60 78 4	0,1 73 33 3	0,1 07 97 4	0,2 75 29 4	0,1 79 60 8	0,1 65 22 9	0,1 70 98	0,2 19 08 5
19.0 0 - 19.1 0	0,3 87 45 1	0,1 68 62 7	0,1 56 34	0,1 81 17 6	0,0 95 16 3	0,1 65 49	0,2 13 33 3	0,4 56 20 9	0,1 34 90 2	0,1 85 62 1
19.1 0 - 19.2 0	0,3 70 19 6	0,1 73 07 2	0,1 47 71 2	0,1 72 02 6	0,1 29 93 5	0,1 39 86 9	0,1 92 15 7	0,3 51 63 4	0,1 35 68 6	0,2 13 33 3
19.2 0 - 19.3 0	0,3 86 14 4	0,1 64 70 6	0,1 53 20 3	0,1 80 13 1	0,1 30 19 6	0,1 73 59 5	0,2 16 73 2	0,2 49 93 5	0,1 35 68 6	0,1 92 15 7

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
19.3 0 - 19.4 0	0,3 80 65 4	0,1 63 92 2	0,1 42 74 5	0,1 65 49	0,0 74 51	0,1 37 51 6	0,2 11 76 5	0,2 24 31 4	0,1 31 50 3	0,2 01 04 6
19.4 0 - 19.5 0	0,3 74 11 8	0,1 61 04 6	0,1 45 35 9	0,1 48 23 5	0,1 06 14 4	0,1 24 96 7	0,2 09 41 2	0,2 15 68 6	0,1 36 73 2	0,2 14 11 8
19.5 0 - 20.0 0	0,3 91 89 5	0,1 58 95 4	0,1 34 11 8	0,1 45 09 8	0,0 56 99 3	0,1 14 77 1	0,2 12 28 8	0,1 70 19 6	0,1 33 07 2	0,1 94 24 8
20.0 0 - 20.1 0	0,3 32 54 9	0,1 32 02 6	0,1 37 51 6	0,1 41 69 9	0,0 48 10 5	0,1 53 46 4	0,1 79 08 5	0,0 48 36 6	0,1 04 57 5	0,1 34 64 1
20.1 0 - 20.2 0	0,3 29 15	0,1 34 37 9	0,1 39 60 8	0,1 33 59 5	0,0 48 36 6	0,1 03 26 8	0,2 01 56 9	0,0 33 46 4	0,0 77 64 7	0,1 63 66
20.2 0 - 20.3 0	0,3 06 66 7	0,1 35 68 6	0,1 27 84 3	0,1 30 45 8	0,0 31 11 1	0,1 21 30 7	0,1 94 24 8	0,0 37 90 8	0,1 06 40 5	0,1 92 94 1
20.3 0 - 20.4 0	0,2 77 64 7	0,1 31 76 5	0,1 12 68	0,1 18 17	0,0 27 97 4	0,1 19 47 7	0,1 90 06 5	0,0 37 38 6	0,0 84 18 3	0,1 63 66
20.4 0 - 20.5 0	0,3 13 98 7	0,1 29 67 3	0,0 95 94 8	0,1 18 95 4	0,0 31 89 5	0,0 99 08 5	0,1 82 22 2	0,0 18 03 9	0,1 03 79 1	0,1 37 51 6
20.5 0 -	0,2 80	0,1 28	0,0 98	0,1 13	0,0 29	0,0 97	0,1 87	0,0 15	0,1 14	0,1 29 15

B-2

Wa ktu	20 11 _1	20 11 _2	20 12 _1	20 13 _1	20 13 _2	20 14 _1	20 14 _2	20 15 _2	20 16 _1	20 16 _2
21.0 0	78 4	62 7	03 9	20 3	80 4	25 5	71 2	42 5	77 1	

LAMPIRAN C SCRIPT R

Tabel A-3.1 adalah script untuk menjalankan metode K-Nearest Neighbor pada penelitian ini.

Tabel A-3. 1 Script R

```
#NORMALISASI
data <- mobil
data <- data[,-1]
maxs <- max(data)
mins <- min(data)
hasilNormalisasi = (data-mins)/(maxs-mins)

#Normalisasi train, test
train <- data.frame(normalisasiMinitruk[1:9])
test <- data.frame(normalisasiMinitruk[,col])
colnames(train)<-
c("2011_1","2011_2","2012_1","2013_1","2013_2","2014_1","20
14_2","2015_2","2016_1")
colnames(test)<-c("2016_2")

#Denormalisasi train, test
trainden <- data[1:9]
testden <- data[10]

#Proses Training dan Testing
result<-array(vector(mode = 'numeric'), c(K, 5))
trainoutputdata<-array(vector(mode = 'numeric'), c(K,
nrow(train)))
testoutputdata<-array(vector(mode = 'numeric'), c(K,
nrow(test)))
dimnames(result)[[2]]<-c("nilai k", "MSEtrain",
"RMSEtrain", "MSEtest", "RMSEtest")
```

```

y <- train$`2016_1`
k = 10;
z=0;

for (i in 1:K) {
  set.seed(123)
  z=z+1;
  predtrain <- knn.reg(train, test=NULL, y, k=i)
  predtrain_ <- as.numeric(predtrain$pred)
  predtest <- knn.reg(test, test=NULL, y, k=i)
  predtest_ <- as.numeric(predtest$pred)

#Denormalisasi hasil training dan testing
hasiltrain <- (predtrain_)*(maxs-mins) + mins
hasiltest <- (predtest_)*(maxs-mins) + mins

#ERROR Training dan Testing
train_ <- data$`2016_1`
MSEtrain <- sum((train_ - hasiltrain)^2)/nrow(train)
RMSEtrain<- sqrt(MSEtrain)

test_ <- testden
MSEtest <- sum((test_ - hasiltest)^2)/nrow(test)
RMSEtest <- sqrt(MSEtest)

result[z,1] <- i
result[z,2] <- MSEtrain
result[z,3] <- RMSEtrain
result[z,4] <- MSEtest
result[z,5] <- RMSEtest

trainoutputdata[z,] <- hasiltrain
testoutputdata[z,] <- hasiltest

}

```

```

View(result)
View(trainoutputdata)

result20161 <- data.frame(result)

write.xlsx(trainoutputdata, "nilai training minitruck
20161.xls")

errormodelminitruck <- data.frame(result20111, result20112,
result20121, result20131, result20132, result20141,
result20142, result20152, result20161)
write.xlsx(errormodelminitruck, "keseluruhan error training
minitruck.xlsx")

#FORECAST 2017
Input <- data.frame(normalisasiMobil[,2:col])
y <- train$`2012_1`
set.seed(123);
prediksiakhir <- knn.reg(Input, test=NULL, y, k=10)
prediksiakhir_ <- as.numeric(prediksiakhir$pred)

#Denormalisasi hasil peramalan
FORECAST <- (prediksiakhir_)*(maxs-mins) + mins

FORECAST_ <- data.frame(FORECAST)
View(FORECAST_)
write.xlsx (FORECAST_, "FORECAST minitruck
k=10.xlsx")

```


(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN D ERROR MODEL TRAINING DAN TESTING

Tabel Tabel D. 1 hingga Tabel D. 8 adalah hasil dari proses training pada delapan tipe kendaraan. Angka yang diberi warna merah adalah model terbaik yang dipilih berdasarkan nilai RMSE terkecil untuk menjadi acuan peramalan.

Tabel D. 1 Error model training data motor

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	2606 6,7	161,5	5034 28,1	709,5	1	5453, 4	73,8	7798 4,4	279,3
2	2856 7,6	169,0	4820 14,0	694,3	2	5630, 9	75,0	6865 3,9	262,0
3	3172 7,0	178,1	4634 07,6	680,7	3	6151, 2	78,4	6367 4,2	252,3
4	2907 2,4	170,5	4788 31,6	692,0	4	6707, 5	81,9	6265 2,2	250,3
5	2512 1,6	158,5	4701 06,2	685,6	5	6342, 2	79,6	6151 6,1	248,0
6	3248 1,7	180,2	4652 06,4	682,1	6	7936, 7	89,1	6298 5,1	251,0
7	3621 9,9	190,3	4672 86,8	683,6	7	9264, 7	96,3	6193 0,5	248,9
8	4217 7,6	205,4	4611 52,5	679,1	8	1062 0,4	103,1	6097 1,5	246,9
9	4677 8,8	216,3	4657 01,4	682,4	9	1186 4,7	108,9	6255 0,3	250,1
10	4803 9,8	219,2	4674 95,6	683,7	10	1270 3,0	112,7	6134 6,7	247,7

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	2602, 9	51,0	4179 9,9	204,5	1	5981, 6	77,3	3725 9,5	193,0
2	2810, 9	53,0	3361 0,1	183,3	2	5890, 4	76,7	2910 4,7	170,6
3	2745, 1	52,4	3187 4,4	178,5	3	5919, 5	76,9	2789 0,3	167,0
4	2685, 3	51,8	3266 1,9	180,7	4	5695, 9	75,5	2872 1,0	169,5

D-2

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
5	2988, 3	54,7	3278 7,4	181,1	5	5775, 7	76,0	2818 3,3	167,9
6	3332, 5	57,7	3200 2,0	178,9	6	6027, 6	77,6	2767 9,2	166,4
7	3905, 0	62,5	3280 1,6	181,1	7	6342, 4	79,6	2759 7,1	166,1
8	4300, 9	65,6	3270 4,3	180,8	8	6878, 4	82,9	2751 8,8	165,9
9	4799, 2	69,3	3360 3,7	183,3	9	7349, 7	85,7	2791 0,1	167,1
10	5250, 9	72,5	3301 6,7	181,7	10	7850, 2	88,6	2848 0,3	168,8

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	5562 9,2	235,9	3115 67,0	558,2	1	1023 1,64	101,2	9219 31,0	960,2
2	5358 6,7	231,5	2459 24,6	495,9	2	1014 9,54	100,7	7765 17,2	881,2
3	5655 3,6	237,8	1732 87,8	416,3	3	1046 9,47	102,3	6759 83,2	822,2
4	6220 9,5	249,4	1881 23,7	433,7	4	1131 3,95	106,4	7073 82,6	841,1
5	6555 8,1	256,0	1763 69,0	420,0	5	1124 2,26	106,0	6879 79,0	829,4
6	6917 2,2	263,0	1671 92,4	408,9	6	1327 9,63	115,2	6811 25,9	825,3
7	7195 9,5	268,3	1747 01,8	418,0	7	1302 6,36	114,1	6841 47,8	827,1
8	7485 4,3	273,6	1972 50,5	444,1	8	1475 9,89	121,5	6697 20,2	818,4
9	7524 4,4	274,3	2005 32,8	447,8	9	1752 8,99	132,4	6743 56,1	821,2
10	7723 4,6	277,9	2189 07,4	467,9	10	1904 9,7	138,0	6549 61,5	809,3

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	9544, 4	97,7	2748 86,8	524,3	1	1310 2,1	114,5	1850 17,9	430,1

2014-2					2015-2				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest	k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
2	1007 2,5	100,4	2358 78,4	485,7	2	1343 0,3	115,9	1187 28,4	344,6
3	1237 7,3	111,3	2195 96,0	468,6	3	1330 2,6	115,3	9829 7,6	313,5
4	1396 0,7	118,2	2258 20,5	475,2	4	1566 5,3	125,2	6825 0,6	261,2
5	1361 6,8	116,7	2187 18,8	467,7	5	1818 7,4	134,9	6048 5,3	245,9
6	1378 8,9	117,4	2134 69,2	462,0	6	1884 1,4	137,3	5965 0,6	244,2
7	1401 4,0	118,4	2149 43,0	463,6	7	2337 4,3	152,9	6233 6,3	249,7
8	1561 0,2	124,9	2181 36,6	467,1	8	2683 6,4	163,8	6666 6,7	258,2
9	1747 7,5	132,2	2212 82,3	470,4	9	3117 7,9	176,6	6381 8,5	252,6
10	1795 5,2	134,0	2309 44,7	480,6	10	3424 3,5	185,1	6488 5,4	254,7

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	4191,7	64,7	89748,0	299,6
2	4037,1	63,5	64086,8	253,2
3	4640,8	68,1	51529,9	227,0
4	5398,3	73,5	54321,8	233,1
5	5493,3	74,1	52093,8	228,2
6	5998,4	77,4	48034,5	219,2
7	7196,8	84,8	51400,6	226,7
8	7985,1	89,4	51094,4	226,0
9	9095,1	95,4	53447,1	231,2
10	10260,4	101,3	55296,4	235,2

Tabel D. 2 Error model training pada data mobil

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	1355, 135	36,812 16	4405 6,67	209,8 968	1	1956, 563	44,233 05	3962 8,34	199,0 687
2	1538, 055	39,218 04	3994 6,96	199,8 674	2	1645, 219	40,561 3	3234 0,3	179,8 341
3	1840, 907	42,905 8	3730 9,66	193,1 571	3	1602, 714	40,033 91	3116 5,56	176,5 377
4	1958, 069	44,250 07	3918 5,65	197,9 536	4	1826, 464	42,737 14	3135 4,43	177,0 718
5	2209, 416	47,004 42	3837 3,37	195,8 912	5	2194, 322	46,843 59	3105 3,65	176,2 205
6	2502, 113	50,021 12	3810 7,75	195,2 121	6	2313, 759	48,101 55	3083 2,32	175,5 914
7	2805, 907	52,970 82	3745 6,06	193,5 357	7	2518, 838	50,188 03	2992 2,84	172,9 822
8	3253, 094	57,035 9	3705 1,12	192,4 867	8	2789, 175	52,812 64	2972 6,1	172,4 126
9	3225, 766	56,795 83	3613 0,79	190,0 81	9	2827, 253	53,171 92	2990 4,26	172,9 285
10	3072, 271	55,428 07	3593 1,17	189,5 552	10	2861, 975	53,497 43	2929 5,54	171,1 594

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	3086, 656	55,557 68	1717 1,85	131,0 414	1	1434, 188	37,870 67	1682 6,4	129,7 166
2	2602, 503	51,014 73	1299 9,59	114,0 158	2	1250, 826	35,367 01	1534 2,95	123,8 666
3	2659, 397	51,569 34	1117 1,35	105,6 946	3	1072, 681	32,751 8	1441 4,1	120,0 587
4	3276, 287	57,238 86	1130 3,98	106,3 202	4	1156, 292	34,004 3	1405 0,37	118,5 342
5	3852, 381	62,067 55	1142 8,23	106,9 029	5	1368, 243	36,989 76	1370 2,53	117,0 578
6	4116, 831	64,162 53	1038 3,03	101,8 972	6	1521, 784	39,010 04	1284 2,3	113,3 239
7	4428, 748	66,548 84	1070 7,46	103,4 768	7	1695, 364	41,174 8	1309 4,26	114,4 302
8	4902, 068	70,014 77	1102 7,7	105,0 129	8	1834, 838	42,835 01	1331 3,9	115,3 859
9	5129, 955	71,623 7	1114 6,85	105,5 786	9	1916, 063	43,772 86	1271 4,24	112,7 574

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1 0	5310, 856	72,875 62	1125 8,05	106,1 04	1 0	1985, 819	44,562 53	1270 1,17	112,6 995

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	1519 90,1	389,85 91	1486 57,8	385,5 617	1	4836, 135	69,542 33	9409 20,8	970,0 107
2	1776 54,4	421,49 07	1756 14	419,0 632	2	5943, 378	77,093 3	8792 81,6	937,7 002
3	1966 47,6	443,44 97	1934 78,8	439,8 623	3	4723, 655	68,728 85	8776 85,6	936,8 488
4	2095 47,8	457,76 39	1433 29,3	378,5 885	4	4762, 101	69,007 98	8668 12,2	931,0 275
5	2173 98,1	466,25 97	1244 42,6	352,7 642	5	5203, 123	72,132 67	8529 89	923,5 74
6	2232 64,5	472,50 87	1177 93,7	343,2 109	6	5727, 315	75,679 02	8440 53,8	918,7 24
7	2283 57,1	477,86 72	1513 12,5	388,9 891	7	6273, 506	79,205 47	8575 68,6	926,0 5
8	2330 57,7	482,76 05	1412 25,8	375,8 003	8	6023, 355	77,610 27	8502 42,9	922,0 861
9	2371 15,5	486,94 51	1336 21,3	365,5 425	9	6510, 114	80,685 28	8379 30,4	915,3 854
1 0	2395 38,2	489,42 64	1332 64,8	365,0 546	1 0	7212, 199	84,924 67	8431 53,8	918,2 341

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	1652, 01	40,644 93	1997 6,11	141,3 369	1	6833, 104	82,662 59	1229 62	350,6 594
2	1283, 216	35,822 01	1728 6,32	131,4 775	2	6275, 992	79,221 16	8745 0,95	295,7 211
3	1041, 48	32,271 97	1708 1,4	130,6 958	3	6841, 881	82,715 66	8458 8,1	290,8 403
4	1083, 643	32,918 73	1773 3,79	133,1 683	4	6549, 333	80,927 95	7257 7,85	269,4 028

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
5	1275, 554	35,714 9	1782 9,96	133,5 289	5	7074, 01	84,107 13	6850 6,7	261,7 378
6	1309, 919	36,192 81	1778 1,51	133,3 473	6	7432, 924	86,214 4	6439 8,56	253,7 687
7	1451, 036	38,092 47	1753 5,9	132,4 232	7	9023, 568	94,992 46	6016 6,57	245,2 887
8	1566, 492	39,578 94	1765 1,09	132,8 574	8	9414, 781	97,029 79	6116 2,06	247,3 096
9	1603, 174	40,039 66	1777 9,95	133,3 415	9	1066 5,4	103,27 34	6099 0,57	246,9 627
1 0	1655, 465	40,687 4	1790 0,16	133,7 915	1 0	1192 6,66	109,20 93	6059 3,5	246,1 575

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	3054,896	55,27111	73327,58	270,7907
2	2991,523	54,69482	62071,33	249,1412
3	2962,314	54,42714	60804,55	246,5858
4	3171,711	56,31795	60819,84	246,6168
5	3514,466	59,28293	59376,06	243,672
6	3815,454	61,76936	59098,89	243,1026
7	4153,475	64,44746	59941,64	244,8298
8	4269,235	65,33938	59471,68	243,8682
9	4652,133	68,20654	59284,5	243,4841
10	5082,414	71,29105	58362,83	241,584

Tabel D. 3 Error model training pada data angkot

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	5,114 583	2,2615 44	151,9 896	12,32 841	1	5,208 333	2,2821 77	43,71 875	6,612 016
2	3,880 208	1,9698 24	160,7 135	12,67 728	2	4,554 688	2,1341 71	23,33 333	4,830 459

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
3	3,016 204	1,7367 22	168,2 604	12,97 152	3	4,740 741	2,1773 24	22,07 639	4,698 552
4	2,940 755	1,7148 63	157,4 824	12,54 92	4	4,881 51	2,2094 14	21,17 188	4,601 291
5	3,187 917	1,7854 74	157,6 846	12,55 725	5	4,778 75	2,1860 35	18,46 833	4,297 48
6	3,631 944	1,9057 66	143,5 165	11,97 984	6	4,817 13	2,1947 96	18,16 84	4,262 441
7	4,557 823	2,1349 06	143,3 369	11,97 234	7	4,885 629	2,2103 46	17,35 204	4,165 578
8	6,068 197	2,4633 71	147,1 04	12,12 864	8	4,895 996	2,2126 9	18,54 248	4,306 098
9	7,400 592	2,7204 03	135,9 946	11,66 167	9	5,142 876	2,2677 91	18,33 822	4,282 315
10	8,548 75	2,9238 25	140,4 685	11,85 194	10	5,535	2,3526 58	17,63 75	4,199 702

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	11,33 333	3,3665 02	22,01 042	4,691 526	1	4,916 667	2,2173 56	15,93 75	3,992 18
2	4,919 271	2,2179 43	26,08 854	5,107 694	2	3,791 667	1,9472 2	12,73 438	3,568 526
3	5,861 111	2,4209 73	31,51 968	5,614 239	3	3,621 528	1,9030 31	15,32 87	3,915 189
4	4,576 172	2,1391 99	33,28 385	5,769 216	4	3,666 016	1,9146 84	19,28 646	4,391 635
5	5,289 167	2,2998 19	30,30 25	5,504 771	5	3,521 25	1,8764 99	17,03 667	4,127 55
6	5,470 775	2,3389 69	32,52 922	5,703 44	6	3,565 394	1,8882 25	18,07 147	4,251 055
7	5,433 461	2,3309 79	26,08 716	5,107 559	7	3,613 095	1,9008 14	15,91 008	3,988 744
8	5,805 664	2,4094 95	26,11 491	5,110 275	8	3,688 639	1,9205 83	14,99 04	3,871 743
9	5,958 462	2,4409 96	24,42 104	4,941 765	9	3,796 939	1,9485 74	14,38 915	3,793 303
10	6,388 333	2,5275 15	21,63 833	4,651 702	10	4,014 583	2,0036 43	14,39 229	3,793 717

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	11,40 625	3,3773 14	38,54 167	6,208 194	1	4,864 583	2,2055 8	35,09 375	5,923 998
2	13,96 094	3,7364 34	42,91 927	6,551 28	2	4,200 521	2,0495 17	22,16 667	4,708 149
3	14,60 88	3,8221 46	94,64 236	9,728 431	3	3,703 704	1,9245 01	20,02 431	4,474 853
4	17,29 557	4,1587 95	72,90 56	8,538 478	4	3,275 391	1,8098 04	16,80 599	4,099 511
5	19,03 792	4,3632 46	56,98 833	7,549 062	5	3,348 333	1,8298 45	16,97 125	4,119 618
6	18,86 082	4,3429 05	53,30 556	7,301 065	6	3,028 356	1,7402 17	16,16 059	4,020 024
7	17,20 387	4,1477 55	38,87 521	6,234 999	7	3,275 51	1,8098 37	15,57 589	3,946 631
8	17,67 041	4,2036 19	37,40 723	6,116 145	8	3,239 583	1,7998 84	15,30 436	3,912 079
9	18,19 599	4,2656 76	34,55 684	5,878 507	9	3,256 173	1,8044 87	14,57 292	3,817 449
10	19,06 083	4,3658 71	34,04 365	5,834 693	10	3,176 25	1,7822 04	14,84 198	3,852 529

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	5,875	2,4238 4	16,28 125	4,035 003	1	4,916 667	2,2173 56	15,03 125	3,877 016
2	4,875	2,2079 4	21,94 01	4,684 026	2	4,096 354	2,0239 45	18,99 219	4,358 003
3	4,813 657	2,1940 05	18,48 958	4,299 952	3	3,483 796	1,8664 93	14,86 806	3,855 912
4	4,972 005	2,2297 99	18,07 031	4,250 919	4	3,499 349	1,8706 55	11,32 422	3,365 148
5	4,757 5	2,1811 69	17,18 208	4,145 128	5	3,535 417	1,8802 7	9,610 833	3,100 134
6	4,985 532	2,2328 31	17,85 532	4,225 556	6	3,742 188	1,9344 73	9,399 884	3,065 923
7	5,335 672	2,3099 07	17,78 465	4,217 185	7	3,974 702	1,9936 66	8,633 503	2,938 282
8	5,083 659	2,2546 97	18,81 51	4,337 638	8	4,006 348	2,0015 86	8,880 046	2,979 941
9	5,465 792	2,3379 03	18,33 243	4,281 639	9	4,138 889	2,0344 26	7,843 107	2,800 555
10	5,452 5	2,3350 59	18,34 406	4,282 997	10	4,549 896	2,1330 48	7,994 271	2,827 414

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	5,5	2,345208	27,13542	5,209167
2	4,242188	2,059657	19,29167	4,392228
3	5,032407	2,243303	14,62384	3,824113
4	5,386719	2,320931	11,36849	3,371719
5	5,06	2,249444	6,567917	2,562795
6	5,551505	2,356163	7,042824	2,653832
7	5,705782	2,388678	7,058673	2,656816
8	5,969889	2,443336	7,598958	2,756621
9	6,27302	2,5046	7,037551	2,652838
10	6,391146	2,528072	6,434896	2,53671

Tabel D. 4 Error model training pada data taksi

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	7,677 083	2,7707 55	86,28 125	9,288 77	1	26	5,0990 2	71,76 042	8,471 152
2	7,203 125	2,6838 64	78,24 219	8,845 461	2	18,39 063	4,2884 29	88,17 188	9,389 988
3	6,866 898	2,6204 77	85,73 38	9,259 255	3	20,32 523	4,5083 51	91,26 968	9,553 516
4	6,937 5	2,6339 13	81,07 096	9,003 942	4	17,97 786	4,2400 31	96,88 346	9,842 94
5	7,064 583	2,6579 28	80,15 458	8,952 909	5	19,65 25	4,4331 14	94,98 667	9,746 11
6	7,114 873	2,6673 72	77,12 037	8,781 82	6	19,92 159	4,4633 6	95,29 485	9,761 908
7	7,776 148	2,7885 75	78,99 766	8,888 063	7	19,76 233	4,4454 84	98,45 918	9,922 66
8	7,940 104	2,8178 19	79,07 503	8,892 414	8	19,86 1	4,4565 68	96,21 745	9,809 049

D-10

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
9	8,142 233	2,8534 6	79,41 152	8,911 314	9	20,58 063	4,5365 88	94,48 174	9,720 172
10	8,188 646	2,8615 81	79,40 635	8,911 024	10	21,62 24	4,6499 89	92,31 552	9,608 097

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	23,61 458	4,8594 84	185,9 688	13,63 704	1	21,95 833	4,6859 72	31,77 083	5,636 562
2	15,47 656	3,9340 26	54,12 76	7,357 146	2	14,21 875	3,7707 76	20,16 146	4,490 151
3	12,34 259	3,5132 03	48,94 329	6,995 948	3	13,61 806	3,6902 65	31,39 699	5,603 302
4	13,06 445	3,6144 78	41,58 984	6,449 019	4	13,99 154	3,7405 26	27,13 672	5,209 292
5	14,78 083	3,8445 85	43,07 708	6,563 313	5	15,15 792	3,8933 17	27,07 208	5,203 084
6	15,51 62	3,9390 61	43,41 725	6,589 176	6	15,18 808	3,8971 89	25,78 848	5,078 236
7	15,10 565	3,8865 99	29,49 532	5,430 96	7	15,12 202	3,8887 05	23,59 885	4,857 865
8	15,45 247	3,9309 63	27,13 216	5,208 854	8	14,94 645	3,8660 64	21,66 781	4,654 869
9	16,43 827	4,0544 14	29,38 555	5,420 844	9	14,53 228	3,8121 23	21,42 284	4,628 481
10	17,81 26	4,2204 98	26,85 948	5,182 613	10	14,91 729	3,8622 91	20,75 365	4,555 617

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	131,8 958	11,484 59	1742, 708	41,74 576	1	17,76 042	4,2143 11	71,46 875	8,453 919
2	149,3 203	12,219 67	1725, 516	41,53 933	2	17,42 188	4,1739 52	90,76 042	9,526 826
3	161,5 208	12,709 08	1589, 326	39,86 636	3	17,56 134	4,1906 26	87,30 44	9,343 682
4	182,4 941	13,509 04	1442, 074	37,97 465	4	18,00 521	4,2432 54	67,25 586	8,200 967
5	207,9 138	14,419 21	1303, 437	36,10 315	5	18,62 375	4,3155 24	68,58 292	8,281 48

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
6	235,1 565	15,334 81	1277, 749	35,74 561	6	19,80 584	4,4503 76	62,47 193	7,903 919
7	259,2 43	16,101 02	1155, 603	33,99 416	7	19,13 542	4,3744 05	68,51 892	8,277 616
8	277,8 234	16,668 04	1162, 141	34,09 019	8	18,94 157	4,3521 91	72,03 988	8,487 631
9	292,5 422	17,103 86	1134, 689	33,68 514	9	18,70 409	4,3248 22	76,45 062	8,743 604
10	305,4 936	17,478 38	1136, 571	33,71 307	10	18,81 99	4,3381 9	77,73 906	8,816 976

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	34	5,8309 52	746,1 875	27,31 643	1	35,73 958	5,9782 59	1501, 604	38,75 054
2	25,50 521	5,0502 68	639,2 24	25,28 288	2	24,25 521	4,9249 58	1193, 219	34,54 3
3	27,03 125	5,1991 59	604,1 076	24,57 86	3	24,89 236	4,9892 24	1132, 086	33,64 648
4	22,39 648	4,7324 92	622,7 747	24,95 546	4	28,29 753	5,3195 42	966,0 99	31,08 213
5	24,15 667	4,9149 43	652,1 642	25,53 751	5	26,32 875	5,1311 55	977,3 996	31,26 339
6	23,31 944	4,8290 21	669,9 158	25,88 273	6	27,75 955	5,2687 33	1010, 473	31,78 793
7	25,54 826	5,0545 28	653,2 568	25,55 889	7	28,46 322	5,3350 94	970,1 112	31,14 661
8	26,18 669	5,1172 93	654,1 131	25,57 564	8	31,04 606	5,5718 99	1004, 153	31,68 837
9	26,48 174	5,1460 41	655,0 606	25,59 415	9	35,98 997	5,9991 64	1040, 575	32,25 794
10	26,91 74	5,1881 98	661,3 897	25,71 75	10	34,83 406	5,9020 39	999,9 1	31,62 135

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	14,67708	3,831068	126,7604	11,25879

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
2	10,24219	3,200342	137,7031	11,7347
3	10,44097	3,231249	148,9167	12,20314
4	10,88281	3,298911	147,1003	12,12849
5	10,77667	3,282783	139,04	11,79152
6	11,29803	3,361255	134,5136	11,598
7	12,14073	3,484355	131,5663	11,47024
8	12,92139	3,594633	127,1854	11,27765
9	14,21155	3,769821	127,1246	11,27496
10	14,21896	3,770803	130,3074	11,41523

Tabel D. 5 Error model training pada data bus besar

2011-1					2011-2				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest	k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest
1	0,364583	0,603807	1,375	1,172604	1	0,364583	0,603807	3,53125	1,879162
2	0,283854	0,53278	1,304688	1,142229	2	0,265625	0,515388	2,763021	1,662234
3	0,288194	0,536837	1,575231	1,255082	3	0,292824	0,541132	2,226852	1,492264
4	0,283854	0,53278	1,632161	1,277561	4	0,271484	0,521042	1,676432	1,294771
5	0,262917	0,512754	1,913333	1,383233	5	0,284167	0,533073	1,72375	1,312917
6	0,285012	0,533865	1,892361	1,375631	6	0,288773	0,537376	1,795139	1,339828
7	0,280187	0,529327	1,971088	1,403955	7	0,307185	0,554243	2,038903	1,427902
8	0,290527	0,539006	1,883626	1,372453	8	0,31429	0,560616	1,770671	1,330665
9	0,310571	0,557289	1,983539	1,408382	9	0,326775	0,571642	1,728652	1,314782
10	0,333854	0,577801	2,103125	1,450216	10	0,352396	0,593629	1,839688	1,356351

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,614 583	0,7839 54	2,447 917	1,564 582	1	0,291 667	0,5400 62	1,989 583	1,410 526
2	0,466 146	0,6827 49	2,945 313	1,716 191	2	0,169 271	0,4114 25	3,057 292	1,748 511
3	0,371 528	0,6095 31	2,908 565	1,705 451	3	0,209 491	0,4577 02	3,140 046	1,772 018
4	0,339 193	0,5824 03	2,768 229	1,663 8	4	0,223 958	0,4732 42	2,888 021	1,699 418
5	0,337 917	0,5813 06	2,707 5	1,645 448	5	0,224 583	0,4739 02	3,108 333	1,763 047
6	0,323 495	0,5687 67	2,906 829	1,704 942	6	0,225 984	0,4753 78	3,210 359	1,791 747
7	0,319 728	0,5654 45	2,866 709	1,693 136	7	0,220 663	0,4697 48	3,144 983	1,773 41
8	0,333 171	0,5772 09	2,631 348	1,622 143	8	0,221 842	0,4710 02	2,942 057	1,715 243
9	0,329 733	0,5742 73	2,733 796	1,653 42	9	0,228 138	0,4776 38	3,033 565	1,741 713
1 0	0,322 188	0,5676 16	2,818 125	1,678 727	1 0	0,233 646	0,4833 69	2,943 021	1,715 523

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,354 167	0,5951 19	4,281 25	2,069 118	1	0,239 583	0,4894 73	3,875	1,968 502
2	0,307 292	0,5543 39	4,630 208	2,151 792	2	0,229 167	0,4787 14	4,080 729	2,020 081
3	0,295 139	0,5432 67	3,877 315	1,969 09	3	0,208 333	0,4564 35	3,519 676	1,876 08
4	0,314 453	0,5607 61	3,672 526	1,916 384	4	0,205 078	0,4528 56	3,881 51	1,970 155
5	0,302 5	0,55	3,691 25	1,921 263	5	0,227 917	0,4774 06	3,806 25	1,950 961
6	0,327 836	0,5725 69	3,924 769	1,981 103	6	0,219 907	0,4689 43	3,644 676	1,909 103
7	0,318 878	0,5646 92	3,798 257	1,948 912	7	0,231 293	0,4809 29	3,654 124	1,911 576
8	0,360 677	0,6005 64	3,894 368	1,973 415	8	0,234 049	0,4837 87	3,748 047	1,935 987

D-14

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
9	0,365 869	0,6048 71	3,847 222	1,961 434	9	0,240 741	0,4906 53	3,678 884	1,918 042
10	0,386 042	0,6213 23	3,810 104	1,951 949	10	0,245 521	0,4955 01	3,434 375	1,853 207

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,364 583	0,6038 07	2,218 75	1,489 547	1	0,333 333	0,5773 5	2,989 583	1,729 041
2	0,257 813	0,5077 52	2,044 271	1,429 78	2	0,289 063	0,5376 45	3,825 521	1,955 894
3	0,216 435	0,4652 26	2,246 528	1,498 842	3	0,270 833	0,5204 16	4,084 491	2,021 012
4	0,212 24	0,4606 95	2,518 88	1,587 098	4	0,240 234	0,4901 37	3,706 38	1,925 196
5	0,213 75	0,4623 31	2,089 583	1,445 539	5	0,232 083	0,4817 5	3,611 667	1,900 439
6	0,214 12	0,4627 31	2,285 012	1,511 625	6	0,226 852	0,4762 9	3,763 889	1,940 074
7	0,232 143	0,4818 12	2,323 342	1,524 251	7	0,219 388	0,4683 88	3,728 954	1,931 05
8	0,232 747	0,4824 39	2,436 686	1,560 989	8	0,216 634	0,4654 4	3,592 773	1,895 461
9	0,241 641	0,4915 7	2,408 436	1,551 914	9	0,231 739	0,4813 92	3,404 192	1,845 045
10	0,247 083	0,4970 75	2,336 563	1,528 582	10	0,232 708	0,4823 99	3,444 063	1,855 819

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	0,364583	0,603807	2,989583	1,729041
2	0,255208	0,505181	3,861979	1,965192
3	0,247685	0,49768	3,565972	1,888378
4	0,235677	0,485466	3,505859	1,872394
5	0,232917	0,482614	3,59125	1,895059
6	0,237558	0,487399	3,418113	1,848814

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
7	0,226403	0,475818	3,480017	1,86548
8	0,221029	0,470137	3,498047	1,870307
9	0,225694	0,475073	3,367541	1,835086
10	0,236458	0,48627	3,4075	1,845941

Tabel D. 6 Error model training pada data bus mini

2011-1					2011-2				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest	k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest
1	0,114 583	0,3385 02	4,281 25	2,069 118	1	0,239 583	0,4894 73	4,062 5	2,015 564
2	0,101 563	0,3186 89	3,661 458	1,913 494	2	0,210 938	0,4592 79	4,062 5	2,015 564
3	0,100 694	0,3173 24	3,635 417	1,906 677	3	0,203 704	0,4513 35	3,929 398	1,982 271
4	0,106 771	0,3267 58	3,648 438	1,910 088	4	0,208 333	0,4564 35	3,957 682	1,989 392
5	0,124 167	0,3523 73	3,657 917	1,912 568	5	0,21	0,4582 58	3,861 25	1,965 006
6	0,149 306	0,3864 01	3,752 894	1,937 239	6	0,217 014	0,4658 47	3,744 213	1,934 997
7	0,154 124	0,3925 86	3,778 912	1,943 942	7	0,230 655	0,4802 65	3,360 544	1,833 179
8	0,167 155	0,4088 46	3,801 758	1,949 81	8	0,229 167	0,4787 14	3,425 13	1,850 711
9	0,172 068	0,4148 11	3,918 724	1,979 577	9	0,239 583	0,4894 73	3,225 694	1,796 022
10	0,180 833	0,4252 45	3,880 104	1,969 798	10	0,237 604	0,4874 47	3,303 333	1,817 507

2012-1					2013-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest	k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMS Etest
1	0,312 5	0,5590 17	5,677 083	2,382 663	1	0,270 833	0,5204 16	3,927 083	1,981 687

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
2	0,236 979	0,4868 05	5,190 104	2,278 18	2	0,132 813	0,3644 34	3,981 771	1,995 438
3	0,247 685	0,4976 8	4,089 12	2,022 157	3	0,113 426	0,3367 88	4,027 778	2,006 932
4	0,223 307	0,4725 54	4,104 167	2,025 874	4	0,127 604	0,3572 17	4,029 297	2,007 311
5	0,186 25	0,4315 67	4,255	2,062 765	5	0,167 917	0,4097 76	3,846 667	1,961 292
6	0,183 738	0,4286 47	4,034 722	2,008 662	6	0,193 287	0,4396 44	3,911 169	1,977 668
7	0,204 082	0,4517 54	3,440 051	1,854 737	7	0,222 364	0,4715 55	3,525 298	1,877 578
8	0,234 701	0,4844 59	3,065 43	1,750 837	8	0,243 815	0,4937 76	3,027 344	1,739 926
9	0,276 878	0,5261 92	2,964 892	1,721 886	9	0,258 102	0,5080 37	2,803 498	1,674 365
1 0	0,301 563	0,5491 47	2,930 521	1,711 876	1 0	0,268 75	0,5184 11	2,839 792	1,685 168

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,208 333	0,4564 35	2,645 833	1,626 602	1	0,208 333	0,4564 35	4,062 5	2,015 564
2	0,187 5	0,4330 13	2,820 313	1,679 379	2	0,148 438	0,3852 76	4,117 188	2,029 085
3	0,219 907	0,4689 43	3,166 667	1,779 513	3	0,142 361	0,3773 08	4,086 806	2,021 585
4	0,240 234	0,4901 37	3,351 563	1,830 727	4	0,141 276	0,3758 67	4,076 172	2,018 953
5	0,255	0,5049 75	3,475	1,864 135	5	0,132 083	0,3634 33	4,071 25	2,017 734
6	0,275 174	0,5245 7	3,562 5	1,887 459	6	0,133 681	0,3656 24	4,068 576	2,017 071
7	0,296 769	0,5447 65	3,587 16	1,893 98	7	0,138 18	0,3717 26	3,871 811	1,967 692
8	0,318 197	0,5640 89	3,530 924	1,879 075	8	0,144 368	0,3799 59	3,894 368	1,973 415
9	0,336 034	0,5796 84	3,578 189	1,891 61	9	0,141 718	0,3764 55	3,861 883	1,965 167
1 0	0,355	0,5958 19	3,501 25	1,871 163	1 0	0,137 083	0,3702 48	3,830 938	1,957 278

2014-2					2015-2				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest	k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	7,791 667	2,7913 56	3,604 167	1,898 464	1	0,239 583	0,4894 73	4,281 25	2,069 118
2	8,065 104	2,8399 13	3,583 333	1,892 969	2	0,239 583	0,4894 73	3,937 5	1,984 313
3	8,331 019	2,8863 5	3,746 528	1,935 595	3	0,239 583	0,4894 73	3,513 889	1,874 537
4	8,481 771	2,9123 48	3,854 167	1,963 203	4	0,242 188	0,4921 25	3,492 839	1,868 914
5	8,581 667	2,9294 48	3,355 833	1,831 893	5	0,238 75	0,4886 21	3,52	1,876 166
6	8,647 569	2,9406 75	3,491 609	1,868 585	6	0,252 315	0,5023 09	3,575 81	1,890 981
7	8,700 043	2,9495 83	3,549 107	1,883 907	7	0,260 417	0,5103 1	3,616 284	1,901 653
8	8,738 77	2,9561 41	3,596 842	1,896 534	8	0,257 487	0,5074 32	3,559 896	1,886 769
9	8,760 545	2,9598 22	3,663 323	1,913 981	9	0,274 691	0,5241 1	3,635 417	1,906 677
10	8,789 792	2,9647 58	3,796 979	1,948 584	10	0,290 417	0,5389 03	3,684 167	1,919 418

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	0,197917	0,444878	5,489583	2,342986
2	0,138021	0,371512	3,265625	1,807104
3	0,148148	0,3849	3,247685	1,802134
4	0,165365	0,40665	3,261719	1,806023
5	0,170417	0,412816	3,28375	1,812112
6	0,16088	0,401098	3,35272	1,831043
7	0,165391	0,406683	3,259354	1,805368
8	0,182129	0,426766	3,268392	1,807869
9	0,188786	0,434495	3,141847	1,772526
10	0,210313	0,458598	3,028542	1,740271

Tabel D. 7 Error model training pada data mini truk

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0	0	6,25	2,5	1	0,802 083	0,8955 91	6,437 5	2,537 223
2	0	0	6,25	2,5	2	0,684 896	0,8275 84	6,302 083	2,510 395
3	0	0	6,25	2,5	3	0,689 815	0,8305 51	6,809 028	2,609 411
4	0	0	6,25	2,5	4	0,763 672	0,8738 83	7,587 891	2,754 613
5	0	0	6,25	2,5	5	0,801 25	0,8951 26	8,724 167	2,953 67
6	0	0	6,25	2,5	6	0,911 458	0,9547 03	11,06 887	3,326 99
7	0	0	6,25	2,5	7	0,991 284	0,9956 32	14,20 876	3,769 451
8	0	0	6,25	2,5	8	1,041 992	1,0207 8	13,31 868	3,649 477
9	0	0	6,25	2,5	9	1,097 865	1,0477 91	13,82 767	3,718 558
10	0	0	6,25	2,5	10	1,173 125	1,0831 09	12,02 938	3,468 339

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,552 083	0,7430 23	6,520 833	2,553 592	1	0,614 583	0,7839 54	7,218 75	2,686 773
2	0,609 375	0,7806 25	5,117 188	2,262 12	2	0,510 417	0,7144 35	4,953 125	2,225 562
3	0,593 75	0,7705 52	4,626 157	2,150 85	3	0,512 731	0,7160 53	4,890 046	2,211 345
4	0,540 365	0,7350 95	4,703 125	2,168 669	4	0,462 24	0,6798 82	4,726 563	2,174 066
5	0,592 917	0,7700 11	5,139 167	2,266 973	5	0,458 333	0,6770 03	4,802 5	2,191 461
6	0,607 35	0,7793 26	5,092 593	2,256 677	6	0,499 421	0,7066 97	4,802 083	2,191 366
7	0,618 622	0,7865 26	5,074 405	2,252 644	7	0,491 709	0,7012 2	4,951 531	2,225 203
8	0,667 643	0,8170 94	4,980 469	2,231 696	8	0,498 698	0,7061 85	4,947 266	2,224 245
9	0,669 624	0,8183 06	4,915 766	2,217 153	9	0,519 419	0,7207 07	4,809 542	2,193 067

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1 0	0,694 271	0,8332 29	4,947 917	2,224 391	1 0	0,555 521	0,7453 33	4,819 375	2,195 307

2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,666 667	0,8164 97	6,541 667	2,557 668	1	0	0	6,25	2,5
2	0,591 146	0,7688 6	5,739 583	2,395 743	2	0	0	6,25	2,5
3	0,576 389	0,7592 03	6,540 509	2,557 442	3	0	0	6,25	2,5
4	0,643 229	0,8020 16	6,261 719	2,502 343	4	0	0	6,25	2,5
5	0,66	0,8124 04	6,097 5	2,469 312	5	0	0	6,25	2,5
6	0,733 796	0,8566 19	5,902 488	2,429 504	6	0	0	6,25	2,5
7	0,750 638	0,8663 94	6,027 849	2,455 168	7	0	0	6,25	2,5
8	0,783 854	0,8853 55	5,892 09	2,427 363	8	0	0	6,25	2,5
9	0,754 115	0,8683 98	5,972 351	2,443 839	9	0	0	6,25	2,5
1 0	0,827 708	0,9097 85	6,043 229	2,458 298	1 0	0	0	6,25	2,5

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	1,364 583	1,1681 54	50,05 208	7,074 75	1	1,739 583	1,3189 33	15,65 625	3,956 798
2	0,854 167	0,9242 11	36,17 969	6,014 955	2	1,536 458	1,2395 4	25,87 5	5,086 747
3	0,996 528	0,9982 62	38,28 704	6,187 652	3	1,423 611	1,1931 52	16,85 417	4,105 383
4	1,024 089	1,0119 73	38,75 456	6,225 316	4	1,688 802	1,2995 39	11,77 083	3,430 865
5	1,263 333	1,1239 81	43,57 333	6,601 01	5	1,681 25	1,2966 3	11,63 75	3,411 378

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
6	1,381 366	1,1753 15	49,36 198	7,025 808	6	1,628 183	1,2760 03	9,531 829	3,087 366
7	1,421 344	1,1922 01	52,97 088	7,278 109	7	1,584 184	1,2586 44	10,89 775	3,301 174
8	1,473 796	1,214	51,63 916	7,186 039	8	1,747 396	1,3218 91	14,09 326	3,754 099
9	1,638 503	1,2800 4	51,20 1	7,155 488	9	1,850 952	1,3604 97	14,87 577	3,856 912
10	1,688 333	1,2993 59	54,51 229	7,383 244	10	1,982 396	1,4079 76	14,98 083	3,870 508

2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	0,375	0,612372	5,65625	2,378287
2	0,270833	0,520416	5,541667	2,354074
3	0,359954	0,599961	5,413194	2,326627
4	0,385417	0,620819	5,338542	2,310528
5	0,365417	0,604497	5,405833	2,325045
6	0,371238	0,609293	5,519097	2,349276
7	0,373299	0,610982	5,487457	2,342532
8	0,385254	0,620688	5,468913	2,338571
9	0,379244	0,615828	5,40715	2,325328
10	0,382813	0,618718	5,404375	2,324731

Tabel D. 8 Error model training pada data truk 2 SB

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,177 083	0,4208 13	1,656 25	1,286 954	1	0,187 5	0,4330 13	0,781 25	0,883 883
2	0,164 063	0,4050 46	2,489 583	1,577 841	2	0,158 854	0,3985 65	0,833 333	0,912 871
3	0,137 731	0,3711 22	2,841 435	1,685 656	3	0,157 407	0,3967 46	0,873 843	0,934 795

2011-1					2011-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
4	0,150 391	0,3878 02	2,489 583	1,577 841	4	0,121 094	0,3479 85	0,755 208	0,869 027
5	0,15	0,3872 98	2,296 25	1,515 338	5	0,127 083	0,3564 87	0,751 25	0,866 747
6	0,164 063	0,4050 46	2,489 583	1,577 841	6	0,123 264	0,3510 9	0,798 611	0,893 65
7	0,182 398	0,4270 81	2,091 624	1,446 245	7	0,127 338	0,3568 45	0,816 964	0,903 861
8	0,193 522	0,4399 12	1,982 422	1,407 985	8	0,147 298	0,3837 94	0,799 479	0,894 136
9	0,209 491	0,4577 02	1,941 744	1,393 465	9	0,167 567	0,4093 49	0,788 194	0,887 803
1 0	0,218 854	0,4678 19	1,91	1,382 027	1 0	0,177 917	0,4218 02	0,803 75	0,896 521

2012-1					2013-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,052 083	0,2282 18	0,989 583	0,994 778	1	0,083 333	0,2886 75	0,989 583	0,994 778
2	0,031 25	0,1767 77	0,989 583	0,994 778	2	0,085 938	0,2931 51	0,989 583	0,994 778
3	0,041 667	0,2041 24	0,989 583	0,994 778	3	0,087 963	0,2965 86	0,989 583	0,994 778
4	0,045 573	0,2134 78	0,989 583	0,994 778	4	0,095 703	0,3093 59	0,924 479	0,961 498
5	0,048 75	0,2207 94	0,989 583	0,994 778	5	0,092 917	0,3048 22	0,937 083	0,968 031
6	0,051 505	0,2269 46	0,989 583	0,994 778	6	0,090 278	0,3004 63	0,945 602	0,972 421
7	0,048 469	0,2201 58	0,989 583	0,994 778	7	0,093 537	0,3058 39	0,951 743	0,975 573
8	0,050 293	0,2242 61	1	1	8	0,087 402	0,2956 39	0,966 797	0,983 258
9	0,050 412	0,2245 25	0,997 814	0,998 906	9	0,083 462	0,2888 98	0,968 236	0,983 99
1 0	0,049 375	0,2222 05	0,996 25	0,998 123	1 0	0,084 583	0,2908 32	0,969 583	0,984 674

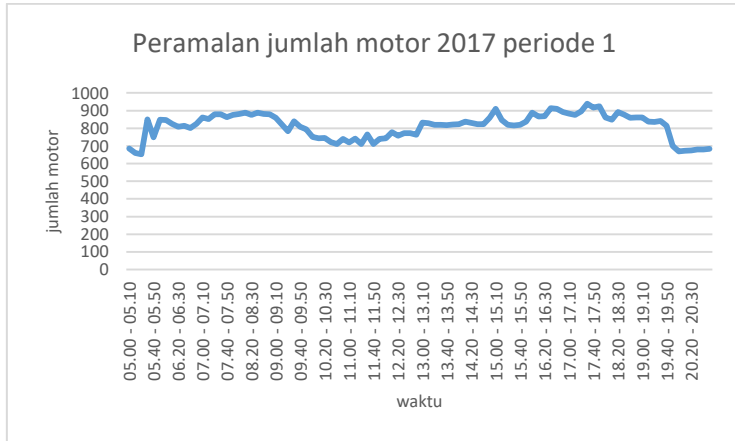
2013-2					2014-1				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,25	0,5	0,989 583	0,994 778	1	0	0	0,989 583	0,994 778
2	0,203 125	0,4506 94	1,156 25	1,075 291	2	0	0	0,989 583	0,994 778
3	0,208 333	0,4564 35	1,063 657	1,031 338	3	0	0	0,989 583	0,994 778
4	0,221 354	0,4704 83	0,690 104	0,830 725	4	0	0	0,989 583	0,994 778
5	0,235 417	0,4851 98	0,691 25	0,831 414	5	0	0	0,989 583	0,994 778
6	0,256 944	0,5068 97	0,631 944	0,794 949	6	0	0	0,989 583	0,994 778
7	0,275 298	0,5246 88	0,708 121	0,841 499	7	0	0	0,989 583	0,994 778
8	0,280 111	0,5292 55	0,535 156	0,731 544	8	0	0	0,989 583	0,994 778
9	0,294 882	0,5430 3	0,568 544	0,754 019	9	0	0	0,989 583	0,994 778
1 0	0,300 521	0,5481 98	0,589 167	0,767 572	1 0	0	0	0,989 583	0,994 778

2014-2					2015-2				
k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest	k	MSEt rain	RMSE train	MSE test	RMS Etest
1	0,020 833	0,1443 38	0,989 583	0,994 778	1	0,166 667	0,4082 48	0,989 583	0,994 778
2	0,033 854	0,1839 95	1,424 479	1,193 515	2	0,093 75	0,3061 86	0,989 583	0,994 778
3	0,042 824	0,2069 4	0,899 306	0,948 317	3	0,105 324	0,3245 37	0,989 583	0,994 778
4	0,050 13	0,2238 98	0,794 271	0,891 219	4	0,102 214	0,3197 09	0,687 5	0,829 156
5	0,053 75	0,2318 4	0,799 583	0,894 194	5	0,109 167	0,3304 04	0,661 25	0,813 173
6	0,055 266	0,2350 88	0,773 148	0,879 288	6	0,112 558	0,3354 96	0,702 546	0,838 18
7	0,048 895	0,2211 21	0,759 141	0,871 287	7	0,120 961	0,3477 94	0,697 066	0,834 905
8	0,040 039	0,2000 98	0,744 141	0,862 636	8	0,127 767	0,3574 45	0,651 042	0,806 872
9	0,045 01	0,2121 56	0,726 209	0,852 179	9	0,140 175	0,3743 99	0,655 736	0,809 775
1 0	0,049 792	0,2231 4	0,747 083	0,864 34	1 0	0,146 458	0,3826 99	0,665 417	0,815 731

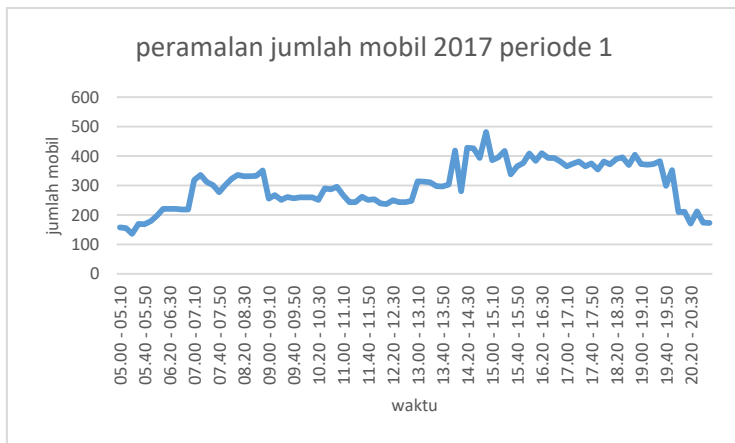
2016-1				
k	MSEtrain	RMSEtrain	MSEtest	RMSEtest
1	0	0	0,989583	0,994778
2	0	0	0,989583	0,994778
3	0	0	0,989583	0,994778
4	0	0	0,989583	0,994778
5	0	0	0,989583	0,994778
6	0	0	0,989583	0,994778
7	0	0	0,989583	0,994778
8	0	0	0,989583	0,994778
9	0	0	0,989583	0,994778
10	0	0	0,989583	0,994778

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN E HASIL PERAMALAN



Gambar 5-A. 1 Grafik hasil peramalan motor



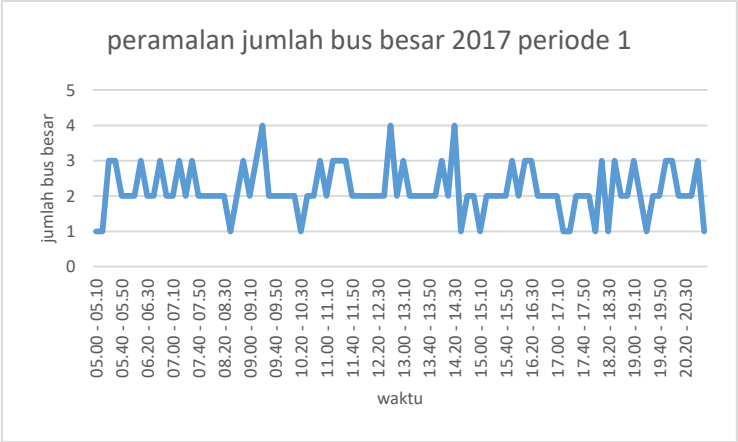
Gambar 5-A. 2 Grafik hasil peramalan mobil



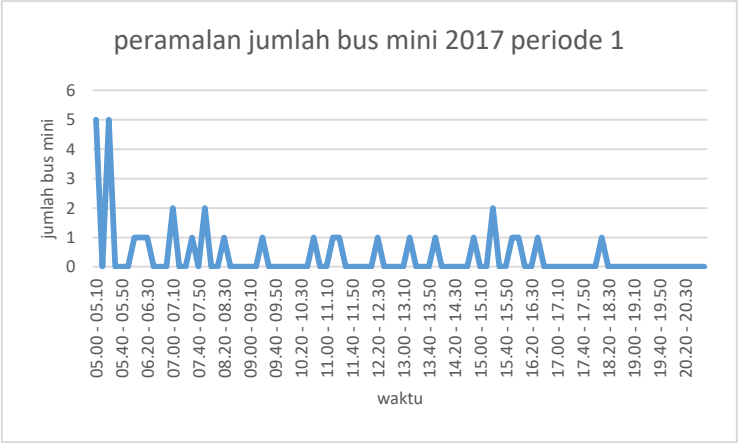
Gambar 5-A. 3 Grafik hasil peramalan angkot



Gambar 5-A. 4 Grafik hasil peramalan taksi



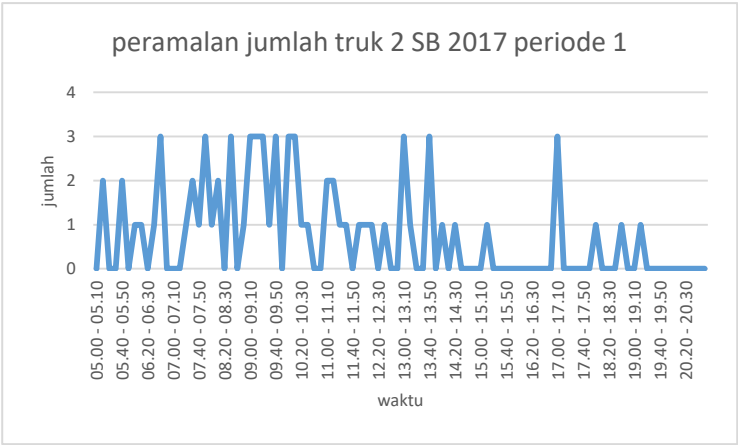
Gambar 5-A. 5 Grafik hasil peramalan bus besar



Gambar 5-A. 6 Grafik hasil peramalan bus mini



Gambar 5-A. 7 Grafik hasil peramalan mini truk



Gambar 5-A. 8 Grafik hasil peramalan truk 2 sb

LAMPIRAN F DATA PERAMALAN

Tabel A-6.1 Adalah data hasil peramalan, yaitu data jumlah kendaraan pada tahun 2017 periode 1 untuk kendaraan motor, mobil, angkot, taksi, bus besar, bus mini, mini truk dan truk 2 sb.

Tabel A-6. 1 Data hasil peramalan

Waktu	M	MP	T	A	BB	BM	MT	T2
05.00 - 05.10	686	157	4	10	1	5	1	0
05.10 - 05.20	660	155	5	9	1	0	0	2
05.20 - 05.30	653	136	4	10	3	5	0	0
05.30 - 05.40	850	169	10	12	3	0	0	0
05.40 - 05.50	748	168	6	12	2	0	0	2
05.50 - 06.00	849	179	9	11	2	0	0	0
06.00 - 06.10	847	197	10	13	2	1	1	1
06.10 - 06.20	825	220	8	13	3	1	0	1
06.20 - 06.30	808	220	9	11	2	1	0	0
06.30 - 06.40	814	220	9	13	2	0	0	1
06.40 - 06.50	802	218	13	14	3	0	0	3
06.50 - 07.00	825	218	9	12	2	0	0	0
07.00 - 07.10	862	318	6	13	2	2	0	0
07.10 - 07.20	853	336	10	14	3	0	0	0
07.20 - 07.30	880	312	7	13	2	0	0	1
07.30 - 07.40	879	301	7	11	3	1	0	2
07.40 - 07.50	864	277	12	12	2	0	0	1
07.50 - 08.00	875	301	14	10	2	2	0	3
08.00 - 08.10	882	323	10	9	2	0	2	1
08.10 - 08.20	889	336	11	8	2	0	1	2
08.20 - 08.30	876	331	13	7	2	1	0	0
08.30 - 08.40	889	331	13	7	1	0	0	3

Waktu	M	MP	T	A	BB	BM	MT	T2
08.40 - 08.50	881	332	9	7	2	0	1	0
08.50 - 09.00	880	351	12	10	3	0	0	1
09.00 - 09.10	859	255	20	11	2	0	0	3
09.10 - 09.20	822	267	12	8	3	0	1	3
09.20 - 09.30	784	251	15	9	4	1	0	3
09.30 - 09.40	840	261	16	6	2	0	0	1
09.40 - 09.50	808	256	17	6	2	0	1	3
09.50 - 10.00	794	260	18	12	2	0	0	0
10.00 - 10.10	750	260	15	9	2	0	0	3
10.10 - 10.20	743	259	12	9	2	0	0	3
10.20 - 10.30	745	251	9	8	1	0	0	1
10.30 - 10.40	722	290	16	7	2	0	1	1
10.40 - 10.50	711	287	14	9	2	1	0	0
10.50 - 11.00	739	295	17	7	3	0	1	0
11.00 - 11.10	719	266	13	8	2	0	0	2
11.10 - 11.20	741	243	10	7	3	1	0	2
11.20 - 11.30	710	243	15	8	3	1	0	1
11.30 - 11.40	766	262	14	10	3	0	0	1
11.40 - 11.50	710	251	13	10	2	0	0	0
11.50 - 12.00	740	253	15	8	2	0	0	1
12.00 - 12.10	744	239	18	14	2	0	0	1
12.10 - 12.20	777	237	14	15	2	0	0	1
12.20 - 12.30	758	250	13	12	2	1	0	0
12.30 - 12.40	772	243	17	10	2	0	0	1
12.40 - 12.50	772	243	12	9	4	0	0	0
12.50 - 13.00	763	248	14	10	2	0	0	0
13.00 - 13.10	832	314	15	5	3	0	0	3
13.10 - 13.20	829	313	15	4	2	1	0	1

Waktu	M	MP	T	A	BB	BM	MT	T2
13.20 - 13.30	819	311	18	5	2	0	0	0
13.30 - 13.40	820	298	15	5	2	0	1	0
13.40 - 13.50	817	297	15	8	2	0	0	3
13.50 - 14.00	821	303	17	6	2	1	1	0
14.00 - 14.10	823	418	25	6	3	0	4	1
14.10 - 14.20	837	280	18	4	2	0	2	0
14.20 - 14.30	830	428	30	3	4	0	0	1
14.30 - 14.40	823	426	29	4	1	0	2	0
14.40 - 14.50	823	393	27	3	2	0	0	0
14.50 - 15.00	859	481	29	3	2	1	2	0
15.00 - 15.10	911	386	28	3	1	0	2	0
15.10 - 15.20	846	395	30	4	2	0	0	1
15.20 - 15.30	820	417	32	3	2	2	0	0
15.30 - 15.40	816	338	31	4	2	0	0	0
15.40 - 15.50	820	365	27	5	2	0	0	0
15.50 - 16.00	837	376	26	3	3	1	1	0
16.00 - 16.10	888	408	29	3	2	1	1	0
16.10 - 16.20	866	384	27	4	3	0	0	0
16.20 - 16.30	869	410	22	3	3	0	0	0
16.30 - 16.40	914	393	24	4	2	1	0	0
16.40 - 16.50	911	393	25	4	2	0	0	0
16.50 - 17.00	892	381	24	4	2	0	0	0
17.00 - 17.10	883	365	23	5	2	0	1	3
17.10 - 17.20	876	374	20	4	1	0	0	0
17.20 - 17.30	896	381	20	2	1	0	1	0
17.30 - 17.40	940	365	25	2	2	0	1	0

Waktu	M	MP	T	A	BB	BM	MT	T2
17.40 - 17.50	917	375	20	3	2	0	0	0
17.50 - 18.00	924	354	24	1	2	0	0	0
18.00 - 18.10	862	381	23	2	1	0	0	1
18.10 - 18.20	849	372	21	1	3	1	0	0
18.20 - 18.30	893	390	20	3	1	0	0	0
18.30 - 18.40	877	396	18	2	3	0	0	0
18.40 - 18.50	860	369	10	2	2	0	0	1
18.50 - 19.00	862	404	13	2	2	0	0	0
19.00 - 19.10	862	373	9	1	3	0	1	0
19.10 - 19.20	837	370	9	1	2	0	0	1
19.20 - 19.30	835	373	9	2	1	0	0	0
19.30 - 19.40	842	382	7	1	2	0	0	0
19.40 - 19.50	814	299	8	2	2	0	0	0
19.50 - 20.00	700	352	5	1	3	0	0	0
20.00 - 20.10	669	209	5	1	3	0	0	0
20.10 - 20.20	673	211	5	1	2	0	0	0
20.20 - 20.30	675	170	5	1	2	0	1	0
20.30 - 20.40	680	212	5	1	2	0	0	0
20.40 - 20.50	680	174	5	1	3	0	0	0
20.50 - 21.00	683	173	4	1	1	0	1	0

Keterangan:

M	= Motor
MP	= Mobil Pribadi
A	= Angkot
T	= Taksi
BM	= Bus Mini
BB	= Bus Besar
MT	= Mini Truk
T2	= Truk 2 SB

